



This is a digital copy of a book that was preserved for generations on library shelves before it was carefully scanned by Google as part of a project to make the world's books discoverable online.

It has survived long enough for the copyright to expire and the book to enter the public domain. A public domain book is one that was never subject to copyright or whose legal copyright term has expired. Whether a book is in the public domain may vary country to country. Public domain books are our gateways to the past, representing a wealth of history, culture and knowledge that's often difficult to discover.

Marks, notations and other marginalia present in the original volume will appear in this file - a reminder of this book's long journey from the publisher to a library and finally to you.

Usage guidelines

Google is proud to partner with libraries to digitize public domain materials and make them widely accessible. Public domain books belong to the public and we are merely their custodians. Nevertheless, this work is expensive, so in order to keep providing this resource, we have taken steps to prevent abuse by commercial parties, including placing technical restrictions on automated querying.

We also ask that you:

- + *Make non-commercial use of the files* We designed Google Book Search for use by individuals, and we request that you use these files for personal, non-commercial purposes.
- + *Refrain from automated querying* Do not send automated queries of any sort to Google's system: If you are conducting research on machine translation, optical character recognition or other areas where access to a large amount of text is helpful, please contact us. We encourage the use of public domain materials for these purposes and may be able to help.
- + *Maintain attribution* The Google "watermark" you see on each file is essential for informing people about this project and helping them find additional materials through Google Book Search. Please do not remove it.
- + *Keep it legal* Whatever your use, remember that you are responsible for ensuring that what you are doing is legal. Do not assume that just because we believe a book is in the public domain for users in the United States, that the work is also in the public domain for users in other countries. Whether a book is still in copyright varies from country to country, and we can't offer guidance on whether any specific use of any specific book is allowed. Please do not assume that a book's appearance in Google Book Search means it can be used in any manner anywhere in the world. Copyright infringement liability can be quite severe.

About Google Book Search

Google's mission is to organize the world's information and to make it universally accessible and useful. Google Book Search helps readers discover the world's books while helping authors and publishers reach new audiences. You can search through the full text of this book on the web at <http://books.google.com/>

GJ-A 613.3

HARVARD UNIVERSITY



LIBRARY

OF THE

Museum of Comparative Zoölogy

TRANSFERRED TO GEOLOGICAL SCIENCES LIBRARY

21,234

ANNALES DES MINES

ou

RECUEIL

DE MÉMOIRES SUR L'EXPLOITATION DES MINES
ET SUR LES SCIENCES ET LES ARTS QUI S'Y RATTACHENT

PUBLIÉS

SOUS L'AUTORISATION DU MINISTRE DES TRAVAUX PUBLICS.

NEUVIÈME SÉRIE.

TOME XII.

7^e LIVRAISON DE 1897.

PARIS

P. VICQ-DUNOD ET C^{ie}, ÉDITEURS

LIBRAIRES DES CORPS NATIONAUX DES PONTS ET CHAUSSÉES, DES MINES
ET DES TÉLÉGRAPHES

Quai des Grands-Augustins, 49

1897

TABLE DES MATIÈRES.

JUILLET.

PARTIE SCIENTIFIQUE ET TECHNIQUE.

	Pages.
Note sur les travaux de recherche exécutés à Meymac, par M. P.-L. Burthe	5
Saturation hygrométrique de l'écorce du globe. Détermination de l'eau de carrière, Diminution de la résistance des roches imbibées d'eau, par M. O. Keller . .	32
Bulletin des travaux de chimie exécutés en 1895 par les ingénieurs des mines dans les laboratoires départementaux	87
Remarques et expériences à l'occasion d'un manque d'eau dans un générateur de vapeur, par M. C. Walckenaer	101

BULLETIN.

Industrie minérale de la Russie en 1895.	117
Production du pétrole et de l'ozokérite en Galicie pendant l'année 1895	118

PARTIE ADMINISTRATIVE.

Mai.

Lois, décrets et arrêtés concernant les mines, carrières, sources d'eau minérales, chemins de fer en exploitation, etc.	297
Circulaires et instructions adressées aux préfets, aux ingénieurs des mines, etc.	308
Jurisprudence.	315
Personnel.	330

MOTEURS A GAZ CROSSLEY

GAZOGÈNE DOWSON

Huile PIERSON
pour moteurs à gaz



Le Moteur à gaz CROSSLEY, alimenté par le gazogène Dowson, ne consomme que **600 à 700 grammes** d'anthracite par cheval et par heure. Le gaz Dowson pour chauffage industriel revient à un centime le mètre.

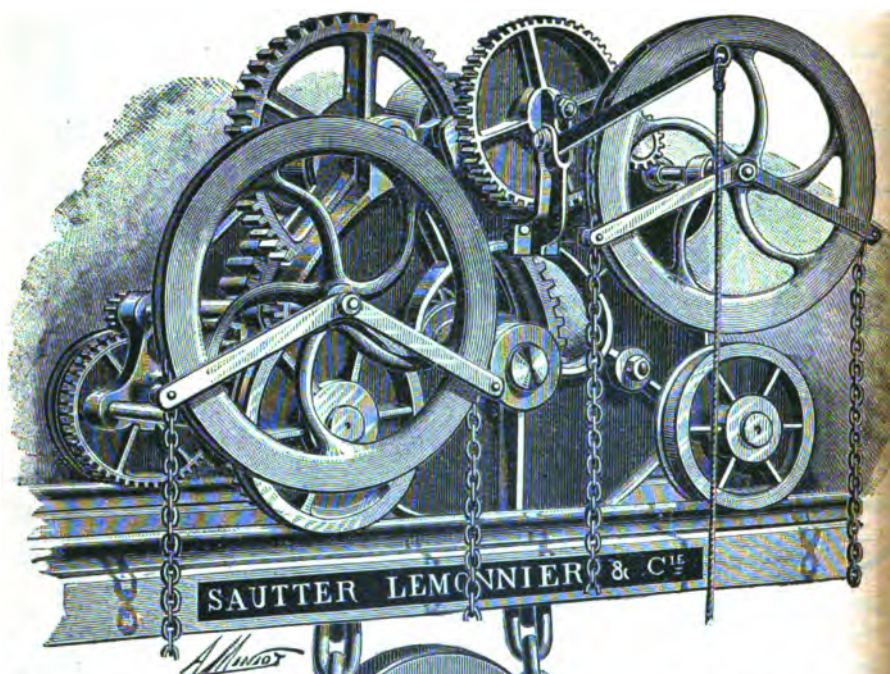
Seuls agents des Moteurs Crossley et du Gazogène Dowson :

J. & O.-G. PIERSON, 54, faubourg Montmartre, Paris
MAGASIN D'EXPOSITION : 47, RUE LAFAYETTE

PLUS DE 40.000 MOTEURS EN MARCHÉ

Dont 26.700 sortis de la Maison **CROSSLEY**

DE 1/2 A 140 CHEVAUX



TRANSMISSIONS ÉLECTRIQUES

ÉLECTROMOTEURS
DE TOUTES PUISSANCES
1/2 cheval à 1.000 chevaux

APPLICATIONS

Dans les MINES & USINES
métallurgiques

POUR LA COMMANDE DES

POMPES

VENTILLATEURS

LOCOMOTIVES

APPAREILS

DE LEVAGE

ETC., ETC., ETC.



APPLICATIONS

De la Commande Électrique
AUX TRANSBORDEURS DE

150 TONNES

60 TONNES

30 TONNES

DES USINES DE SAINT-CHAMOND

50 TONNES

Des Établissements MARREL Frères

15 TONNES

DE MM. SCULFORT & FOCKEDEEY

6 TONNES

DES FORGES DE DENAIN & D'ANZIN

TRANSFORMATION

DE COMMANDE PAR CABLE
EN COMMANDE ÉLECTRIQUE

AUX TRANSBORD... DE

75 TONNES

DES USINES DE SAINT-CHAMOND

30 TONNES

DES ACIÉRIES D'...

SAUTTER, HARLÉ & Co

PARIS — 26, Avenue de Suffren, 26 —

SOCIÉTÉ GÉNÉRALE POUR LA

FABRICATION DE LA DYNAMITE

Procédés A. NOBEL

Paris, 1889 — Deux Médailles d'Or

Seule Médaille d'Or décernée en 1889 pour la Dynamite

SIÈGE SOCIAL : Place Vendôme, PARIS

USINES } à **Paulilles**, près **Port-Vendres** (Pyrénées-Orientales).
à **Ablon**, près **Honfleur** (Calvados).

*Dynamite-Gomme, pour roches très dures. — Dynamite, n° 1 guhr, n° 1 gélatinée
n° 1 à l'ammoniaque, pour roches dures. — Dynamite, n° 0, pour travaux sous l'eau.
Dynamites, n° 2 et n° 3, pour terrains moins résistants.*

Explosifs spéciaux pour charbonnages grisouteux (Décret du 1^{er} août 1890)

*Grisoutine-Gomme pour travaux au rocher. — Grisoutine B pour travaux dans le
charbon.*

*Mèches de mineurs. — Capsules pour Dynamite. — Amorces, Câbles, Fils et Appareils
électriques pour sautage des mines. — Marmites suédoises ou Seaux à dégeler la Dynamite.*

La Correspondance doit être adressée au SIÈGE SOCIAL

TÉLÉPHONE **SOCIÉTÉ ANONYME** TÉLÉPHONE

D'EXPLOSIFS ET DE PRODUITS CHIMIQUES

Capital : 2.000.000 de francs

19, rue Louis-le-Grand, 19, PARIS

USINES :

SANT-MARTIN-DE-CRAU

VILLA

MA



DYNAMITES,

GOMMES ET GRISOUTINES

MÈCHES

DÉTONATEURS, CABLES

FILS

ET APPAREILS ÉLECTRIQUES

Lac

... adressée au Siège social, 19, rue Louis-le-Grand.

EXPOSITION UNIVERSELLE, PARIS 1889
2 MÉDAILLES D'OR
CHEVALIER DE LA LÉGION D'HONNEUR

MATÉRIEL ^{pour} MINES

VENTILATEURS syst. GENESTE-HERSCHER

BREVETÉ S. G. D. G.

POUR MINES, FORGES, FONDERIES, SOUFFLAGE SOUS GRILLES, ETC.

**RENDEMENT GARANTI SUPÉRIEUR A CELUI
DE N'IMPORTE QUEL APPAREIL SIMILAIRE
CONNU A CE JOUR.**

COMPRESSEURS D'AIR A SOUPAPES A INJECTION

Compresseurs d'air, syst. Burckhardt et Weiss à seo.

**APPAREILS A AIR COMPRIMÉ
PERFORATEURS ET BOSSEYEUSES**
 Syst. DUBOIS & FRANÇOIS. — Breveté S. G. D. G.

HAVEUSE BLANZY

TREUILS ^{pour} EXTRACTION ET FONÇAGE

A VAPEUR, A AIR COMPRIMÉ ET ÉLECTRIQUES
 5 types différents

MACHINES D'EXTRACTION ET TREUILS DE SECOURS
 TREUILS MUS PAR TURBINES.

**POMPES FRANÇAISES A ACTION DIRECTE
POMPES A COURROIES**
Pompes Hélico-Centrifuges. Système MAGNIET & PINETTE

POMPES ÉLÉVATOIRES

POUR ÉPUISEMENTS DANS LES MINES, ÉLEVATION D'EAU
 pour Villes et Usines, etc.

Nombreuses Références. — La machine d'épuisement fournie aux houillères de Rochebelle, est comprise pour élever 100 mètres cubes à l'heure à une hauteur totale de 250 mètres d'un seul jet; son poids a dépassé 40.000 kilos.

CRIBLE GIRATOIRE SYST. COXE, B^{TE} S. G. D. G.

POUR HOUILLES, MINÉRAIS, ETC., ETC.

PRODUCTION CONSIDÉRABLE DANS UN APPAREIL DE DIMENSIONS RESTREINTES

CASSE-COKE — CASSE-CHARBON — CHAINES A GODETS

LAVOIRS, TRIAGES, CRIBLAGES, DÉSCHISTAGES
 TRAINAGES MÉCANIQUES, VAGONNETS ET VOIES PORTATIVES

CHEVALEMENTS MÉTALLIQUES, CHARPENTES EN FER, MOLLETES

Cages d'Extraction Fer ou Acier avec Parachute

PALIERA A ROTULES ROQUEL, ÉVITANT LE FROTTEMENT DES CABLES SUR LES JOUES DES MOLLETES

**MACHINES & CHAUDIÈRES A VAPEUR
LOCOMOBILES, TRANSMISSIONS, GROSSE CHAUDRONNERIE**

DEVIS ÉTUDES D'INSTALLATIONS, RENSEIGNEMENTS
 CATALOGUES SUR DEMANDE

CHALON-S.-SAONE (FRANCE)

MAISON FONDÉE EN 1830
 Personnel — 250 Ouvriers
 Surfaces occupées par les Usines: 25.000 mètres

*** G. PINETTE**

TRÉFILERIE & CORDERIE MÉCANIQUES

DE LA

COMMISSION DES ARDOISIÈRES D'ANGERS

LARIVIÈRE & C^{IE}

CH. FOUINAT

TÉLÉPHONE

170, Quai Jemmapes, PARIS

TÉLÉPHONE

CORDAGES MÉTALLIQUES RONDS & PLATS EN FER, ACIER, CUIVRE

*Pour Mines, Carrières, Houillères, Plans inclinés, Cabestans, Appareils à lever,
Manœuvres courantes et dormantes de marine et de batellerie,
Transmission de force motrice, Signaux, Horlogerie, Paratonnerres, Puits, Clôtures*

EXPOSITION UNIVERSELLE, PARIS 1889

Membre du Jury — Hors Concours

DEUX GRANDS PRIX: ANVERS 1894

ENVOI FRANCO DE TOUS RENSEIGNEMENTS

C^{IE} FRANÇAISE DES MÉTAUX

Société anonyme au capital de 25 millions de francs

Siège social : 10, rue Volney. — PARIS

USINES :

Deville-lès-Rouen (Seine-Inf.), Castelsarrazin (Tarn-et-Garonne), Sérifontaine (Oise),
Givet (Ardennes), Bornel (Oise), Saint-Denis (Seine) et Paris, rue Vieille-du-Temple, 76

FONDERIE, LAMINAGE, ÉTIRAGE, EMBOUTISSAGE & TRÉFILERIE
de Cuivre, Laiton, Plomb, Étain, Zinc, Nickel, Maillechort, etc.

TUBES EN CUIVRE ROUGE ET LAITON SOUDÉS ET ÉTIRÉS

TUBES GRAVÉS POUR HORLOGERIE, OPTIQUE ORNEMENTS D'ÉGLISES ET APPAREILS D'ÉCLAIRAGE

*Fournisseurs de tous genres pour l'ébénisterie et l'ameublement. Appareils de stéarinerie et de sucrerie. Fils en
cuivre rouge, demi-laiton et maillechort. Cuivre rouge et laiton en lingots et en barres*

Fabrication de : Feuilles en cuivre rouge, bronze, maillechort et nickel

PLAQUE

CUIVRE ROUGE POUR FOYERS DE LOCOMOTIVES

des de lumière pour canons. — Ceintures de projectiles

en cuivre rouge sans soudure. Rouleaux en cuivre pour impression

N FEUILLES POUR CHOCOLATIERS, PARFUMEURS ET AUTRES USAGES

en cuivre rouge et en tuyaues. Tuyaues en plomb doublés d'étain

— TUYAUES, POUR CHAUDIÈRES ET CONDUITES A HAUTE PRESSION

TUBES MINCES, LÉGERS ET SOLIDES

des CYCLES, BICYCLETTES, TRICYCLES, ETC., ETC.

brevets SERVE). — Enveloppes d'obus en acier

ILS MAILLECHORT ET NICKEL POUR TOUS USAGES

à haute conductibilité pour usages électriques

EN PLANCHES, EN FILS & EN TUBES

ENTREPRISE GÉNÉRALE DE FORAGES ET SONDAGES



H. BECOT

Ing^r civil
(A. et M.)

25, rue de la Quintinie, PARIS-VAUGIRARD

RECHERCHES D'EAU
De Mines, Pétrole, Sel, etc.

PUITS ARTÉSIENS, PUIS ABSORBANTS

PUITS D'AÉRAGE

Consolidations par injections de ciment

ÉTUDES DE TERRAINS

FORAGES A GRANDES SECTIONS
CAPTAGE DE SOURCES

VENTE D'APPAREILS ET OUTILS DE SONDAGES

Pour Missions scientifiques, Entreprises coloniales, etc.

A LOUER

MAISON FONDÉE EN 1868

L. DUMONT

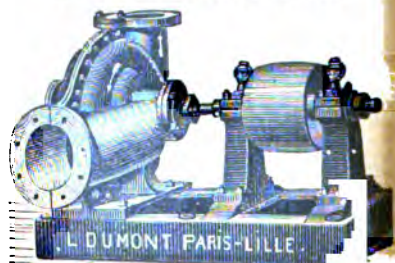
PARIS, 55, rue Sedaine

LILLE, 100, rue d'Isly

POMPES CENTRIFUGES

MÉDAILLE D'OR

EXPOSITION UNIVERSELLE 1889



APPLICABLE AUX MANUFACTURES EN C
ET POUR TRAVAUX D'ÉPUISE

POMPES, CONJUGUÉES POUR GRANDES I
SUPÉRIORITÉ JUSTIFI

6.500 ^{PAR} ^{Digitized by Google} ^{APPLICAT.}

Envoi franco du Catalog.

CHAUDRONNERIE ET FUMISTERIE INDUSTRIELLES**Entreprise générale de construction et d'installation d'usines****Piquetage et nettoyage des Générateurs à forfait ou à l'entretien en abonnement à l'année**TELEPHONE
402.61**M^{IN} DEROCHE**TELEPHONE
402.61**PARIS — 21, rue Labois-Rouillon, 21 — PARIS****FOURNEAUX DE GÉNÉRATEURS — MASSIFS DE MACHINES****CONSTRUCTION DE CHEMINÉES EN BRIQUES ET EN TOLE****Plans et Devis sur demande****A LOUER**

Fabrique de Lampes de Sûreté en tous Genres

LANTERNES DIVERSES — DÉCOLLETAGE SUR TOUTS MÉTAUX

Les plus Hautes Récompenses aux Expositions

COSSET-DUBRULLE FILS

LILLE — INGÉNIEUR-CONSTRUCTEUR — LILLE

3, rue de Toul, 3

3, rue de Toul, 3

Verres divers

CAOUTCHOUC-AMIANTE

Géblanterie

EXÉCUTÉES SUR DESSINS

Flambeaux pétrole aux pompes

LAMPES A GAZ

A RÉCUPÉRATION

Fournisseur des Grandes Administrations
ENVOI FRANCO SUR DEMANDE DE L'ALBUM GÉNÉRAL

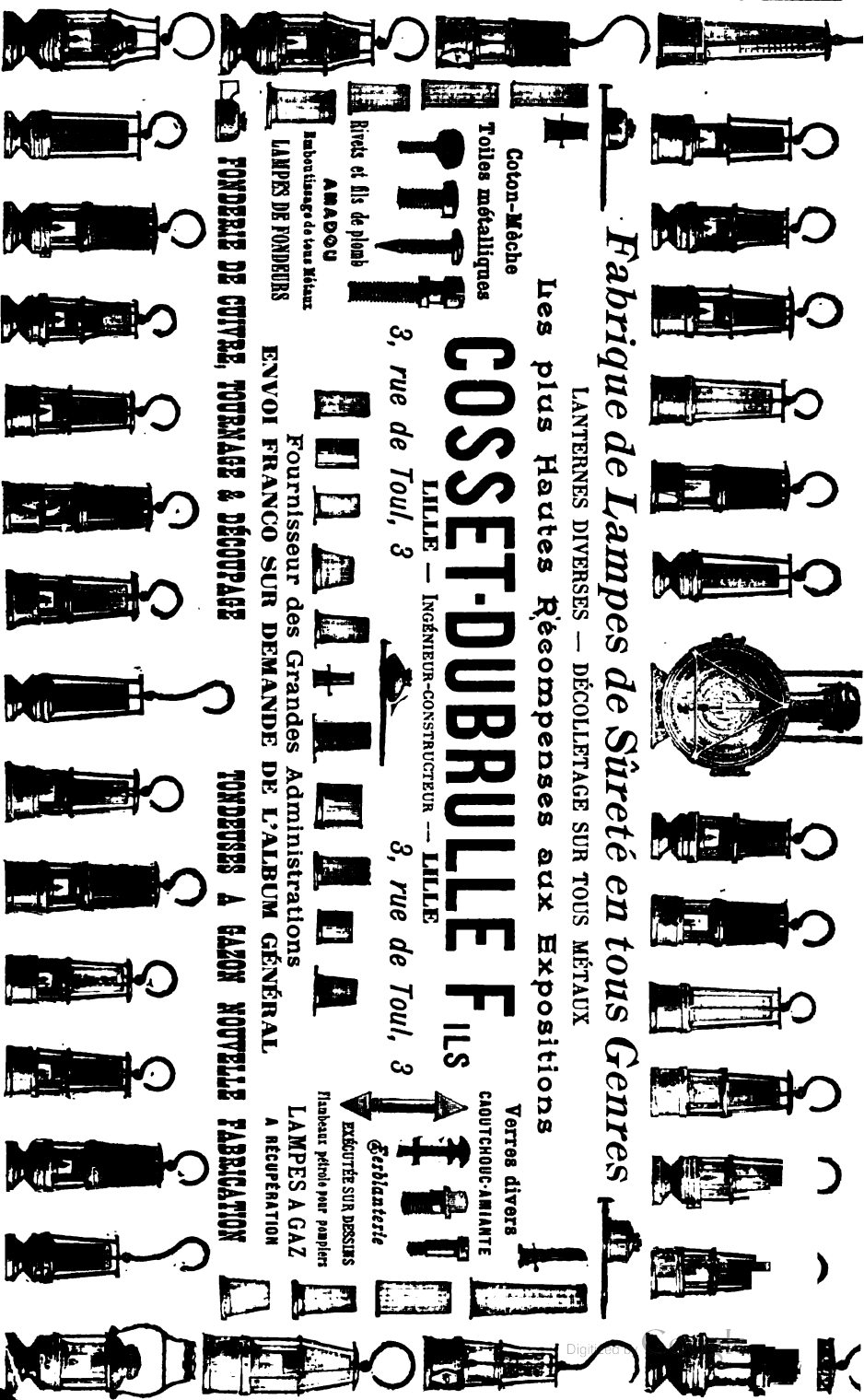
TENDRESSES A GAZON NOUVELLE FABRICATION

FONDERIE DE CUIVRE, TOURNAGE & DÉCOUPAGE

AMADOU
Emboutissage de tous Métaux
LAMPES DE FONDEURS

Rivets et fils de plomb

Coton-Mèche
Toiles métalliques



ÉLÉVATEURS & TRANSPORTEURS

avec *Chaînes simplex*

SYSTEME BAGSHAW

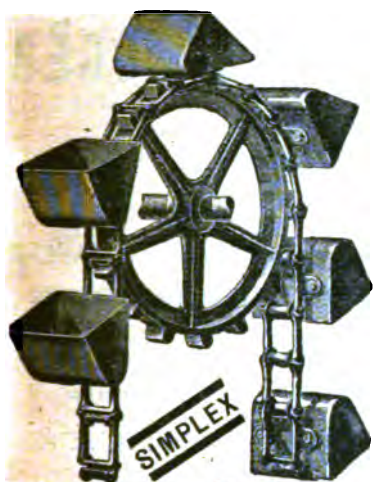
Brevetées S. G. D. G.

GODETS TOLE D'ACIER

VIS D'ARCHIMÈDE

APPAREILS POUR DÉCHARGEMENTS
DE
BATEAUX

TRANSMISSIONS



MARQUE DÉPOSÉE

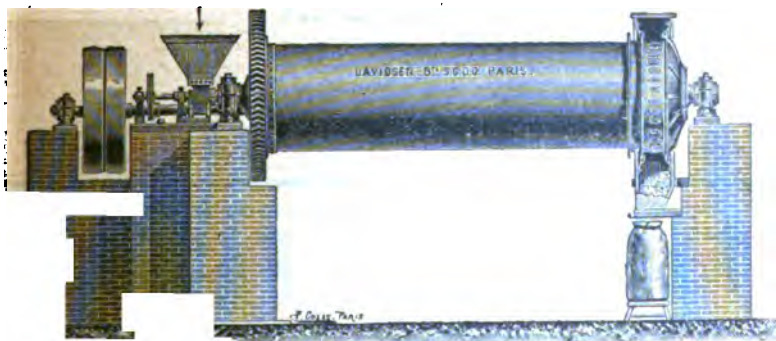
A. PIAT et ses FILS

INGÉNIEURS CONSTRUCTEURS

PARIS. — 85, rue Saint-Maur. — PARIS

DAVIDSEN, INGÉNIEUR CONSTRUCTEUR

PARIS, 118, Rue Lafayette, 118, PARIS

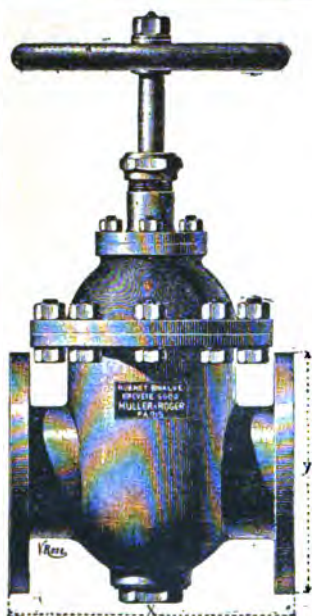


le la poussière

Suppression du blutage

ROYEURS SPÉCIAUX

POUR LEURS, QUARTZ ET MATIÈRES DURES
OBTIENNENT une GRANDE FINESSE et un GRAND RE-



ANCIENNES MAISONS
BROQUIN & LAINE — THIÉBAUT & FILS — BERGE'S & FILS
LEHMANN FRÈRES

MULLER* & ROGER

108, Avenue Philippe-Auguste, PARIS

Fonderie de Bronze et de Cuivre

APPAREILS ACCESSOIRES

DES

MACHINES ET CHAUDIÈRES A VAPEUR

PURGEURS AUTOMATIQUES

INJECTEURS

Détendeurs — Graisseurs

SOUPAPES DE SURETÉ

POMPES

ROBINET BI-VALVE REVETÉ S.G.D.G.
adopté par la Marine Française

Sur demande envoi des catalogues et prix courants

A LOUER

EXPLOSIFS FAVIER

de la Société française des Poudres de Sûre
62, Rue de Provence, PARIS

REMPLEANT TOUS EXPLOSIFS CONNUS

Innocuité et sécurité absolues

Librairie P. VICQ-DUNOD et C^{ie}, Éditeurs
49, QUAI DES GRANDS-AUGASTINS, PARIS

VIENT DE PARAÎTRE :

LE CARBURE DE CALCIUM ET L'ACÉTYLÈNE

LES FOURS ÉLECTRIQUES

PAR

C. DE PERRODIL
INGÉNIEUR DES ARTS ET MANUFACTURES

Préface de **Henri MOISSAN**, membre de l'Institut

Un volume grand in-16, avec 77 figures... 7 francs.

MINES ET TRAVAUX PUBLICS

MARCEL GAUPILLAT ET C^{ie}

(Maison fondée en 1891)

SIÈGE SOCIAL : 39, Rue BOURET, à PARIS

FOURNISSEURS DU MINISTÈRE DE LA GUERRE,
DE LA VILLE DE PARIS, DE DIVERS GOUVERNEMENTS ÉTRANGERS
ET DES PRINCIPALES MINES FRANÇAISES ET ÉTRANGÈRES

**DÉTONATEURS AU FULMINATE DE MERCURE
ET DÉTONATEURS A POUDRE SPÉCIALE**

AMORCES ÉLECTRIQUES, Brevetées S. G. D. G. en France et à l'Étranger

NOUVEL EXPLOSEUR ÉLECTRIQUE

Système GAUPILLAT-MANET, breveté S. G. D. G. (AOUT 1896)

SOCIÉTÉ ANONYME
HUMBOLDT

BUREAUX : 19, Boulevard Haussmann, PARIS

MATÉRIEL DE MINES

MACHINES D'EXTRACTION

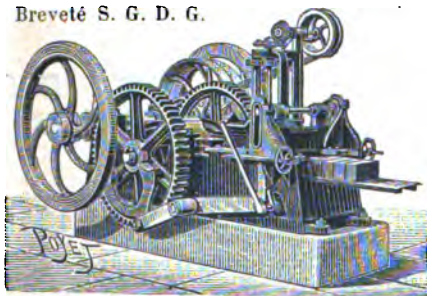
MACHINES D'ÉPUISEMENT

COMPRESSEURS D'AIR ET VENTILATEURS

PRÉPARATION MÉCANIQUE DES MINÉRAIS ET CHARBONS

MACHINE A BRIQUETTES

Breveté S. G. D. G.



Simple, Robuste et peu coûteuse

PRODUISANT A VOLONTÉ DES

BRIQUETTES PLEINES OU PERFORÉES

Pression élastique. — Cohésion 80 %.

Agglomération de minerais de fer ou de manganèse, résidus de pyrites ou autres matières à l'état pulvérulent pour en faciliter le traitement dans les hauts-fourneaux, etc., etc.

MACHINE A BOULETS

PLEINS OU PERFORÉS

250.000 BOULETS DE HOUILLE,

PLEINS OU PERFORÉS PAR JOUR

L'Agglomération sous un petit volume avec un trou central facilite la combustion des charbons maigres et la calcination des minerais.

Installation d'Usines à Briquettes produisant de 8 à 260 tonnes en 11 heures à des prix bien inférieurs à ceux des autres systèmes.

MACHINE A CHARBON DE PARIS et à briquettes pour chemins de fer et chaudières.

BROYEURS-PULVERISATEURS. broyage par percussion, Engrais, Charbons, Minerais.

BROYEURS A MEULES, broyage et malaxage de matières quelconques.

CRIBLES ROTATIFS ou **A SECOUSSES,** classement des matières sèches.

LAVOIRS A BRAS ou **A VAPEUR,** classement par densité. Lavage des houilles.

MACHINES A BRIQUES à levier, pour terre ferme et demi-ferme. 6 à 7.000 par jour.

MACHINE A AGGLOMERER à pression simultanée sur deux faces, pour ciment, sucre, etc.

FOURS SECHEURS, NORIAS, TRANSPORTEURS, CONCASSEUR

MALAXEURS, ETC., ETC.

Th. DUPUY et FILS

5 MÉDAILLES D'OR

CONSTRUCTEURS — PARIS 4 MÉDAILLES D'OR

ANNALES
DES MINES

Les ANNALES DES MINES sont publiées sous les auspices de l'Administration des Mines et sous la direction d'une Commission spéciale, nommée par le Ministre des Travaux publics. Cette Commission, dont font partie le directeur des routes, de la navigation et des mines et le directeur du personnel et de la comptabilité, est composée ainsi qu'il suit :

MM.

LINDER, inspecteur gén. des mines,
président.

HATON DE LA GOUPILLIÈRE, insp. gén.,
direct de l'Ecole sup. des mines.

ORSEL, inspecteur général.

LORIEUX, d°

PESLIN, d°

VICAIRE, inspect. gén., professeur à
l'Ecole supérieure des mines.

CARNOT, insp. gén., inspecteur de
l'Ecole supérieure des mines.

AGUILLON, insp. gén., professeur à
l'Ecole supérieure des mines.

KELLER, insp. gén., secrétaire de la
Commission de la statistique de
l'industrie minière.

WORMS DE ROMILLY, insp. gén.

MM.

NIVOIT, inspecteur général.

CHEYSSON, insp. gén. des ponts et
chaussées, professeur à l'Ecole
supérieure des mines.

POTIER, ingénieur en chef, prof.
à l'Ecole supérieure des mines.

LEDOUX, d°

DOUVILLÉ, d°

BERTRAND, d°

LE CHATELIER, d°

LODIN, d°

SAUVAGE, ing. des mines, profes.
à l'Ecole supérieure des mines.

HUMBERT, d°

TERMIER, d°

DE LAUNAY, d°

ZEILLER, ingénieur en chef, *secré-*
taire de la Commission.

L'Administration a réservé un certain nombre d'exemplaires des ANNALES DES MINES pour être envoyés soit, à titre de don, aux principaux établissements nationaux et étrangers consacrés aux sciences et à l'art des mines, soit à titre d'échange, aux rédacteurs des ouvrages périodiques, français et étrangers, relatifs aux sciences et aux arts.

Les lettres et documents concernant les ANNALES DES MINES doivent être adressés, *sous le couvert de M. le Ministre des Travaux publics*, à M. l'ingénieur en chef, secrétaire de la Commission des ANNALES DES MINES.

Les auteurs reçoivent *gratis* 20 exemplaires de leurs articles.

Ils peuvent faire faire des tirages à part, à raison de 9 francs par feuille jusqu'à 50, 10 francs de 50 à 100, et 5 francs en plus pour chaque centaine ou fraction de centaine à partir de la seconde. — Le tirage à part des planches est payé 10 francs par planche et par cent exemplaires ou fraction de centaine. Les planches extraordinaires sont payées au prix de revient.

Le brochage, y compris couverture imprimée et faux frais, est payé, pour une feuille seule ou une fraction de feuille, 3 francs le premier cent et 1^{re},25 pour chaque centaine ou fraction de centaine en plus. Pour chaque planche, ou chaque nouvelle feuille de texte, il sera payé 0^{re},25 par chaque centaine d'exemplaires.

La publication des ANNALES DES MINES a lieu par livraisons, qui paraissent tous les mois.

Les douze livraisons annuelles forment trois volumes, dont deux consacrés aux matières scientifiques et techniques, et un consacré aux actes administratifs et à la jurisprudence. Ils contiennent ensemble 120 feuilles d'impression et 24 planches gravées environ.

Le prix de l'abonnement est de 20 francs pour Paris, de 24 francs pour les départements et de 28 francs pour l'Etranger.

Tours. — Imprimerie DESLIS FRÈRES.

ANNALES DES MINES

OU

RECUEIL

DE MÉMOIRES SUR L'EXPLOITATION DES MINES

ET SUR LES SCIENCES ET LES ARTS QUI S'Y RATTACHENT

PUBLIÉS

SOUS L'AUTORISATION DU MINISTRE DES TRAVAUX PUBLICS.

NEUVIÈME SÉRIE

MÉMOIRES. — TOME XII.

PARIS

P. VICQ-DUNOD ET C^{ie}, ÉDITEURS

LIBRAIRES DES CORPS NATIONAUX DES PONTS ET CHAUSSEES, DES MINES
ET DES TÉLÉGRAPHES

Quai des Grands-Augustins, 49

1897

ANNALES DES MINES

NOTE

SUR LES

TRAVAUX DE RECHERCHE EXÉCUTÉS A MEYMAC

Par M. P.-L. BURTHE, Ingénieur civil des Mines.

A diverses époques depuis le commencement du siècle, les minerais d'étain ont été recherchés en France : à Piriac et à la Villeder, en Bretagne ; — à Cieux et à Vaulry, dans la Haute-Vienne ; à Montebbras, dans la Creuse ; — à Meymac, dans la Corrèze. Aucune de ces tentatives n'a abouti jusqu'à ce jour à l'ouverture d'une mine ; aucune, sauf celle de Cieux, n'a été l'objet d'une publication un peu détaillée, en sorte que les faits qu'on y a constatés ont été peu connus et sont tombés presque complètement dans l'oubli. Cette circonstance est regrettable, car une reprise éventuelle de ces recherches ne tirerait aucun profit des recherches antérieures. — Bien plus, en dehors des localités citées ci-dessus, il existe en France nombre de points, principalement dans la région du Centre (*), où la présence de l'étain a été reconnue

(*) MALLARD, *Annales des Mines*, 2^e vol. de 1866, p. 321.

dans les déblais d'excavations d'âge très reculé. Si jamais on y recherchait ce métal, on trouverait un guide précieux, dans les indices favorables ou contraires, reconnus sur des gisements similaires. Aussi, ayant suivi de près les récentes explorations de Meymac, ai-je pensé qu'il ne serait pas sans intérêt d'en donner une description qui en fixe le souvenir.

Historique. — Les gisements de Meymac ont été découverts, en 1867, par M. Vény et M. Ad. Carnot. M. Vény, conducteur des Ponts et Chaussées, en cherchant des matériaux d'empierrement pour la route de Tulle à Clermont, fit abattre près de cette route un affleurement de quartz blanc, laiteux, qui pointait au-dessus du granite sur le flanc Est de la montagne dite des Gardes, à 1 kilomètre environ au sud de la ville de Meymac. Cet affleurement formait une masse de dimensions très restreintes, 10 mètres de longueur sur 4 de largeur, limitée en tous sens à la surface par le granite à mica noir et à grain moyen, qui constitue la masse de la montagne. En l'abattant, on mit à découvert des blocs d'un minerai noir, lourd et brillant, que M. Carnot, alors Ingénieur des Mines à Limoges, en tournée d'inspection dans la Corrèze, reconnut pour être du wolfram. Il encouragea les recherches, se fit envoyer des échantillons pour les examiner dans son laboratoire et revint plusieurs fois visiter les travaux. Il découvrit ainsi divers minéraux, qu'il analysa et décrivit plus tard avec détail^(*) : bismuth natif, sulfuré, et hydrocarbonaté; — pyrite de fer, mispickel très faiblement cobaltifère; — carbonate, sulfate, chlorophosphate et molybdate de plomb; — wolfram, shéelite,

(*) Association pour l'avancement des sciences. Congrès de Lyon, 1873; — *Annales de Physique et de Chimie*, 1874; — *C. R. de l'Académie des Sciences*, etc.

et acide tungstique hydraté, auquel M. Carnot donna le nom de *meymacite*.

Ces matières étaient accompagnées d'oxyde de fer hydraté en masses cavernueuses et d'un peu d'oxyde de manganèse. L'oxyde de fer teinte souvent les joints du quartz, dont la cassure est blanche, à éclat gras et très esquilleuse.

Dans le but de reconnaître en profondeur la masse quartzeuse, on fonça un puits à son extrémité Nord-Est (puits n° 1), et on ouvrit vers le Nord une galerie d'écoulement, qui, amorcée au pied de la colline, vint aboutir au puits à 24 mètres de profondeur, après un parcours de 156 mètres. Quelques galeries exécutées au niveau asséché par la galerie d'écoulement firent reconnaître une masse importante de pyrite de fer légèrement cuivreuse et bismuthifère. Au milieu des échantillons qui lui furent envoyés à cette époque, M. Carnot signala un cristal isolé de cassitérite de près de 1 centimètre de longueur. C'était le premier indice de l'existence, reconnue plus tard, d'un gîte de minerai d'étain.

En même temps, M. Vény explorait les environs et on reconnaissait plusieurs affleurements :

1° A 400 mètres environ à l'Ouest du puits n° 1, au fond de la tranchée du chemin de fer de Tulle à Clermont, un pointement de quartz stérile, qu'on chercha à recouper, sans y parvenir d'ailleurs, par le puits dit n° 2, profond de 24 mètres et une galerie de quelques mètres vers le Sud ;

2° A 265 mètres au Sud-Ouest du puits n° 1, une masse de roche porphyrique renfermant dans sa pâte divers minéraux, entre autres du sulfure de bismuth, et qu'on explora par le puits n° 3, profond de 20^m, 80 ;

3° A 1 kilomètre environ à l'Est-Nord-Est du puits n° 1, près du village de la Grange, une masse de cette même roche porphyrique, parsemée de quartz blanc, également

minéralisée et bismuthifère, mais à un moindre degré, sur laquelle aucun travail n'a été encore exécuté.

Toutes ces recherches avaient pour but exclusif le bismuth, et, de fait, on découvrit une quantité suffisante de minerai au point n° 1 pour en extraire quelques centaines de kilogrammes de ce métal, par un ingénieux procédé de traitement dû à M. Carnot (*). Mais les travaux n'avaient développé le gisement ni en profondeur, ni en direction. Ils durent être arrêtés en 1883, faute de ressources pécuniaires suffisantes.

En 1891, une nouvelle étude de la concession y fit découvrir des affleurements distincts de ceux précédemment reconnus et constata la présence de la cassitérite dans les déblais des anciens travaux et dans les résidus du traitement des minerais qu'on en avait extraits. Le fait n'avait rien de surprenant. On sait en effet que les minéraux si variés, trouvés au puits n° 1, se rencontrent fréquemment aux affleurements des gisements d'étain. Divers indices, tels que la nature et l'aspect des roches, l'abondance relative, en certains points, du mica blanc, etc., corroboraient l'idée de la présence possible de ce métal à Meymac. Enfin, circonstance péremptoire, on avait trouvé dès le début, mais sans y attacher une importance suffisante, quelques petits cristaux de cassitérite dans la roche porphyrique du puits n° 3.

De nouveaux travaux furent alors entrepris dans le but de rechercher l'étain. Ils ont été bornés jusqu'à présent à la réouverture et à l'inspection des travaux primitifs, fortement détériorés pendant les années qui s'étaient écoulées depuis leur arrêt; — à la recherche de filons dont l'existence était présumée; — au développement en direction de ces filons, les fonds dont on disposait étant

(*) Associat. pour l'avancement des sciences. — Congrès de Lyon, 1878.

trop limités pour qu'on pût songer à entreprendre des recherches en profondeur.

La présente note a pour but la description des travaux de cette seconde période.

Surface. — La montagne des Gardes, au pied de laquelle les affleurements sont groupés dans un demi-cercle Est-Nord-Ouest, est formée de granite à mica noir et à feldspath blanc. Cette roche est assez tendre quand le grain de ses éléments est moyen ou petit, comme par exemple autour du puits n° 1 ; elle se désagrège alors facilement et se résout en arènes sableuses qui rendent difficile l'inspection du terrain. Lorsque les cristaux de feldspath y prennent un grand développement, la roche devient dure, comme auprès du puits n° 2. Il est difficile d'y distinguer une direction et un plongement ; l'ensemble cependant donne l'impression d'un granite stratifié dont les bancs, orientés de l'Est à l'Ouest (*), plongeraient vers le Sud. Fréquemment le mica blanc remplace le mica noir ou coexiste avec lui, aussi bien dans la roche tendre que dans la roche dure.

Dans ce granite affleurent des roches diverses : quartz, gneisen, roches porphyriques. Des échantillons des principales variétés de ces roches ont été déposés à l'École Nationale des Mines, et figurent dans une vitrine de la *Collection des gîtes*.

Le *quartz* est peu abondant ; sa rareté est même chose remarquable. On trouve très peu de ces morceaux de quartz isolés qui couvrent le terrain à Vaulry, à Montebbras, à la Villelder. Quatre affleurements seulement ont été découverts : aux puits n° 1 et 4, sur le chemin d'Ussel à Contesouza, et au passage à niveau de Maubec, sur la

(*) Toutes les orientations sont rapportées au Nord magnétique. La déclinaison à Meymac est, actuellement, en nombre rond, de 14° 30' vers l'Ouest.

ligne de Limoges à Clermont. Les deux premiers se composent de quartz blanc, laiteux, sans traces de minéraux ; leurs dimensions sont très restreintes : de 4 à 10 mètres, tant en largeur qu'en longueur. Le troisième se présente à 300 mètres à l'Est du puits n° 1, sous forme d'un filon de quartz, avec tourmaline et mica d'un jaune de bronze clair, de 0^m,60 de puissance, orienté sur le Nord 70° Est ; on ne le voit que sur quelques mètres de longueur. Le dernier se trouve à 30 mètres au Sud du passage à niveau de Maubec, au fond de la tranchée profonde du chemin de fer, sous forme d'une grosse masse orientée sur le Nord 32° Est, plongeant vers l'Est, intercalée entre du greisen à son mur et le granite à mica noir à son toit. On n'y voit point de minerai ; mais l'oxyde de fer tapisse les délits du quartz, ainsi que ceux de plusieurs petits filets quartzeux, minces, orientés sur le Nord 70° Est qui affleurent dans la même tranchée à 25 mètres plus au Sud.

Les *greisen* sont beaucoup plus abondants et les micas de toutes couleurs, principalement blancs, ou verdâtres ou d'un jaune de bronze clair, y prédominent. Le quartz y est en petits morceaux d'un blanc grisâtre, translucide. On n'y trouve point de minéraux, sauf un peu de pyrite de fer, même au lavage sur pelle ; tout le flanc du coteau entre les puits n° 3 et 4 est couvert des débris de ces roches. On ne voit le greisen en place qu'en un seul point, à 100 mètres environ, au Nord-Ouest du puits n° 1 près de la ligne du chemin de fer de Tulle à Clermont, où il forme une crête de filon, de 0^m,80 de puissance, orientée, sur plusieurs mètres, de l'Est à l'Ouest, plongeant vers le Nord sous un angle de 70° environ. Le mica y est jaune bronzé et est accompagné de petits filets quartzeux avec tourmaline. Du reste, tous ces greisens sont très tendres, facilement désagrégables, ce qui explique la rareté de leurs affleurements en place.

Les *roches porphyriques* sont variées et se présentent en filons ou plus fréquemment en amas de dimensions très faibles, qui forment comme des boutonnières dans le granite.

C'est ainsi qu'on trouve au puits n° 3, à l'Ouest du hameau des Chaises, et près du village de la Grange, une roche composée essentiellement de quartz laiteux ou gris, de feldspath blanc ou rosé et de micas de diverses couleurs, surtout de mica bronzé. Elle se charge fréquemment de chlorite dont les morceaux atteignent quelquefois plusieurs centimètres de longueur. Le grain est variable, quoique généralement assez fin. La roche est dure. Elle est minéralisée de pyrite de fer, pyrite cuivreuse, blende, sulfure de bismuth, shéelite, le tout en mouches ou en petits cristaux dispersés dans la masse; on y a même trouvé, au puits n° 3, comme on l'a déjà dit, quelques petits cristaux de cassitérite. Cette minéralisation est très irrégulière; elle semble d'autant plus marquée que la roche est plus quartzreuse, le quartz n'étant plus alors en grains isolés, mais en petits filets discontinus. La roche se soude au granite qui ne paraît pas altéré à son voisinage, bien que quelquefois il s'y minéralise un peu, surtout de pyrite de fer. Dans les pages suivantes, on désignera cette roche du nom, plus ou moins approprié, de *granulite*, qu'elle porte à la mine.

A 40 mètres au Nord-Est du puits n° 2 affleure une autre roche porphyrique, exploitée en carrière comme matière de construction. Composée à peu près des mêmes éléments que la précédente, elle s'en distingue par sa texture beaucoup plus compacte, par sa nature beaucoup plus feldspathique, moins micacée, par son aspect et sa couleur d'un noir verdâtre en masse ou dans les cassures fraîches, devenant vert clair par exposition à l'air. Elle renferme, par places, un peu d'amphibole en écailles bronzées, mais point de minéraux métalliques, sauf de la pyrite. L'affleu-

12 TRAVAUX DE RECHERCHE EXÉCUTÉS A MEYMAC

rement mesure 25 mètres de longueur sur 4 ou 5 de largeur; sa ligne de contact avec le granite est orientée sur le Nord-Ouest. Le granite à son voisinage est très dur, presque complètement blanc, et ses joints tapissés de taches de cuivre carbonaté.

Le véritable porphyre quartzifère, à pâte de feldspath d'un blanc jaunâtre, avec petits cristaux de quartz disséminés dans la masse, se montre : 1° sous forme d'un filon puissant, orienté sur le Nord 60° Ouest, près du hameau de Lespinas, le long et au Nord du chemin de fer de Limoges à Clermont; 2° dans la tranchée de la même ligne, au passage à niveau de Maubec, où son allure est moins distincte.

Enfin, entre les puits n° 1 et 2, à 25 mètres au Nord du passage à niveau de la ligne de Tulle, on voit dans le granite à mica noir et à grands éléments un filon de roche blanchâtre, feldspathique, à grain très fin et très dur, orienté sur le Nord 75° à 80° Ouest.

Telles sont les roches que l'étude de la surface fait facilement reconnaître à Meymac.

Travaux. — Les travaux sont concentrés sur le flanc Est de la Montagne des Gardes, dans un espace qui mesure 1.200 mètres de long sur 400 mètres de large (*fig. 1*, Pl. I). Les orifices des puits 1 et 3 sont à peu près au même niveau. Partant de la ligne de ces puits, le terrain s'abaisse assez brusquement vers le puits n° 4 et doucement vers le puits n° 2 (dont l'orifice est à une dizaine de mètres en contre-bas de l'orifice du puits n° 1) et vers les travaux à l'Ouest des Chaises qui sont au niveau de la vallée de la Lusège, à un peu moins de 20 mètres en contre-bas du puits n° 2. Il résulte de cette disposition et de la profondeur respective des différents puits que, d'une façon approximative, on peut considérer les travaux de ces différents points comme situés sur le même horizon.

Nulle part, ils ne sont descendus plus bas que 25 mètres à compter du jour. Ils sont, par conséquent, toujours restés dans la zone des affleurements et sous une faible charge de terrain.

Travaux du puits n° 1. — La *fig. 1*, Pl. II, représente le plan des travaux du puits n° 1, au niveau de la galerie d'écoulement qui est à 24 mètres au-dessous de l'orifice du puits.

Les travaux de la première période de recherches consistaient en une excavation à ciel ouvert, pratiquée sur le quartz de la découverte, en forme d'ellipse dont le grand axe était orienté Est-Ouest ; — et en une grande chambre, mesurant une longueur de 16 mètres sur une largeur moyenne de 8 mètres, pratiquée au niveau 24 mètres, également en forme d'ellipse dont le grand axe était orienté sur le Nord-Est. Les travaux actuels sont partis de cette chambre souterraine.

Après bien des tâtonnements causés par la nature du terrain, ses altérations, les fentes nombreuses de toute espèce qui le découpent en tous sens, on a reconnu et suivi deux filons stannifères : l'un orienté sur le Nord 38° Est, plongeant vers l'Ouest sous un angle de 42° à 45° ; l'autre orienté sur le Nord 70° Est, plongeant vers le Nord sous un angle de 64° à 68°.

Filon Nord 38° Est. — Ce filon a été attaqué au point A du plan. Suivi vers le Sud, il est coupé, au bout de 4 mètres, par une fente argileuse Est-Ouest. On le rechercha inutilement à main droite, du côté du plus grand angle, et on le retrouva à main gauche en un point où fut ultérieurement foncé une descenderie. On le suivit alors vers le Nord sur 10 mètres de longueur, au bout desquels on le trouva arrêté sur une fente argileuse Nord 72° Ouest, plongeant vers le Nord sous un angle de 73°. Le rejet de l'Est à l'Ouest est de 13^m,50. On retrouvait

en même temps ce filon par la galerie F, plus au Sud, et on le suivait sur 14 mètres de longueur, sans cesse coupé et rejeté de quelques centimètres par des accidents divers qui ne modifient en rien ses allures :

D'abord, par une veinule de quartz, orientée sur le Nord 70° Ouest et plongeant vers le Nord sous un angle irrégulier ;

Puis, par une fente Nord 60° Ouest, de 0^m,005 d'épaisseur, plongeant vers le Nord sous un angle de 73° ;

Enfin, après un joint Nord 12° à 18° Ouest, par une série de cinq coupes, Nord 60° à 70° Ouest, plongeant vers le Nord sous un angle de 73°.

Derrière la dernière de ces coupes, le filon tourne brusquement au Nord 60° Est avec pendage de 50° vers le Nord, sur 4 mètres de longueur, sans changer de nature, mais sensiblement plus riche. Il rencontre ensuite : une nouvelle fente Nord 70° Ouest, plongeant de 72° vers le Nord, qui le redresse sur 1 mètre de longueur ; — puis le filon Nord 70° Est qui le rejette de 1^m,40 à main droite ; — et enfin une fente argileuse, Nord 60° Est, plongeant vers le Sud sous un angle de 65°, au-delà de laquelle il n'a pas encore été retrouvé.

De ce dernier point au point A de départ, on a reconnu ce filon sur 14 mètres de longueur. Ses caractères sont nets. Il se compose d'une petite veine de quartz blanc grisâtre, translucide, de 0^m,04 à 0^m,05 d'épaisseur, se divisant parfois en deux branches, accompagné de micas blancs et bruns. L'ensemble présente une épaisseur moyenne de 0^m,20 à 0^m,25. Il n'est séparé par aucune limite précise du granite encaissant qui est très altéré, très feldspathique, criblé de taches d'oxyde de fer. Les minéraux du filon sont variés : pyrite de fer, pyrite cuivreuse, mispickel, blende, shéelite, un peu de sulfure de bismuth et des traces constantes de cassitérite, principalement dans le mica blanc. L'étain, très finement disséminé dans la

gangue, n'est reconnaissable qu'au lavage sur pelle. Près du point A, on a trouvé quelques morceaux de stannine (sulfure d'étain, cuivre, fer et zinc).

Un renflement particulièrement riche a été rencontré à 3 mètres au Nord-Est de la descenderie : il a fourni plusieurs centaines de kilogrammes de minerai rendant 35 p. 100 de minerais complexes sulfurés avec bonne trace d'étain et 5 p. 100 de shéelite en cristaux. Le filon s'est d'abord élargi graduellement sur 1^m,20 de longueur, et a atteint 0^m,60 d'épaisseur ; étranglé par un banc de granite Nord 75° Est plongeant au Nord sous un angle de 53°, — à 1 mètre plus loin, le filon s'est de nouveau élargi jusqu'à 1 mètre de puissance, puis s'est brusquement interrompu sur la fente argileuse Nord 72° Ouest, plongeant vers le Nord sous un angle de 73°, déjà signalée ; — au delà, il existe encore quelques petits filets de quartz, avec un peu de mica bronzé, mais stériles, qui s'arrêtent tous sur une fente argileuse Nord 65° Est presque verticale.

Une descenderie a été poussée à 8^m,20 suivant la pente du filon ; il y est régulier avec les mêmes caractères et la même nature de remplissage, le pendage tendant à se raidir. Au fond, deux coupes argileuses, l'une Nord 60° Est plongeant vers le Sud sous un angle de 45°, l'autre Nord-Sud plongeant vers l'Est sous un angle de 70°, le serrent sans le déranger ; près de la dernière, il présente une épaisseur de 0^m,05 de mispickel massif.

Toute la partie du filon ci-dessus décrite se trouve au Sud du puits n° 1. On en a cherché le prolongement au Nord, et après plusieurs tentatives infructueuses (galeries A et D), on l'a retrouvé dans la galerie E, avec les mêmes direction, pendage et remplissage, jusqu'à la rencontre d'une veine argileuse Nord 16° Est, plongeant vers l'Est, qui le rejette de 3 mètres de haut en bas. Derrière cet accident, le filon s'oriente sur le Nord 37° Est et plonge sous un angle de 55° ; il présente 0^m,02 de quartz, encaissé

16 TRAVAUX DE RECHERCHE EXÉCUTÉS A MEYMAC

de greisen sur 0^m,50 d'épaisseur, le tout bien minéralisé de pyrites, mispickel, shéelite. A 10^m,50 plus au Nord, il est très déchiqueté par des fissures glaiseuses dirigées en tous sens dans le granite, puis est coupé par une veine de feldspath rose, de 0^m,10 d'épaisseur, orientée sur le Nord 80° Ouest, plongeant au Nord sous un angle de 70°, et contenant une bonne trace de minerai. Sa direction s'incline alors sur le Nord 35° Est pendant 8^m,50; il devient stérile, et, dans ce trajet, coupe et rejette légèrement, mais très nettement, à la couronne de la galerie, une veine de quartz, de 0^m,05 de puissance, orientée sur le Nord 80° Ouest comme la veine de feldspath rose, plongeant comme elle et sous le même angle vers le Nord. C'est la seule fois où, sur l'étendue de près de 80 mètres reconnue en direction, ce filon rejette une des veines qu'il rencontre; il est coupé et rejeté par toutes les autres. Les travaux ultérieurs montreront si ce lambeau Nord 35° Est appartient bien réellement au filon Nord 38° Est.

Filon Nord 70° Est. — Comme on l'a vu ci-dessus, ce filon a été reconnu dans la région au Sud du puits par la galerie qui suivait le filon Nord 38° Est. Au point de rencontre, il est orienté sur le Nord 74° Est. Son extension vers l'Ouest a été constatée dans deux recoupes où il semble affecter la direction Nord 68° Est. Vers l'Est, on l'a suivi en direction sur 9 mètres de longueur et on l'a recoupé, à 12 mètres plus à l'Est, par la galerie F. Dans cette zone est, il est orienté sur le Nord 70° Est et plonge régulièrement vers le Nord, sous un angle de 68°. Comme c'est également dans cette zone Est qu'il est le mieux minéralisé, on a adopté, pour le désigner, la direction qu'il y présente.

De l'Est à l'Ouest son existence est reconnue sur une longueur de 45 mètres. — Son remplissage est composé d'un quartz blanc grisâtre, translucide, très mince jusqu'à

présent ($0^m,04$ à $0^m,05$) (*), mais très net et régulier, moucheté de pyrite de fer et de pyrite cuivreuse, de molybdène sulfuré, avec bonne trace de cassitérite. Ce dernier minéral n'est reconnaissable qu'au lavage sur pelle, comme dans le minerai du filon Nord 38° Est. Mais, à l'encontre de ce que l'on voit dans ce dernier, le mica fait complètement défaut. — Le filon est encaissé dans un beau granite à mica noir, à grains de dimensions moyennes et assez tendre.

Dans la partie ouverte de ce filon, on le voit coupant et rejetant la veine Nord 38° Est, et, à son tour, coupé et rejeté par deux veines argileuses orientées sur le Nord 20° Est, — par une coupe Nord 70° Ouest, — et à l'extrémité de la galerie F par une petite veine de quartz Nord 10° Est, accompagnée de pyrite et de mica jaune bronzé. L'eau sort abondamment de cette dernière veine.

Autres systèmes de fractures. — Outre ces deux filons, les travaux du puits n° 1 ont mis en évidence un grand nombre de cassures et de veines, quartzeuses ou argileuses, qui ne présentent pas un intérêt immédiat, puisqu'on n'y trouve pas de minéraux utiles, mais dont il est cependant important de constater les allures, en prévision de l'influence qu'elles pourront exercer sur les deux filons précédents et comme témoins des actions subies par le terrain. On peut les répartir, pour la commodité de la lecture, en deux groupes : l'un Nord-Sud, renfermant toutes les fractures orientées sur des directions comprises entre le Nord 45° Est et le Nord 45° Ouest ; — l'autre Est-Ouest,

(*) Si le terme de filon, appliqué à une veinule si mince, peut paraître ambitieux, il ne faut pas oublier qu'on le décrit ici à une très faible profondeur. A Montebas, plusieurs filons Est-Ouest n'apparaissent qu'à 25 ou 30 mètres du jour. A la Villeder, j'ai vu un filon de feldspath Est-Ouest qui, à 75 mètres de profondeur, mesurait 2 mètres de puissance et qui n'apparaissait qu'à 40 mètres de profondeur, sous forme d'un simple filet blanchâtre, dans le granite sableux jaunâtre.

renfermant toutes les fractures orientées sur des directions comprises entre l'Est-Ouest et le Nord 45° Ouest ou le Nord 45° Est. — Le second groupe est de beaucoup celui qui compte le plus grand nombre de représentants, et c'est même un fait remarquable que la rareté relative des fractures Nord-Sud à Meymac, tandis que, dans toutes les localités, où l'on a reconnu ou recherché l'étain en France, la prédominance des filons Nord-Sud est très caractérisée, tout au moins aux affleurements. A Meymac, on rencontre plus de trois fractures Est-Ouest pour une Nord-Sud.

Dans le groupe Nord-Sud, on signalera (galeries G et F) une veine Nord 30° à 35° Est, puissante de 0^m,20, plongeant vers l'Ouest sous un angle de 50°. Elle est composée de deux petits filets de quartz, de 0^m,01 à 0^m,02 chacun, renfermant dans leur intervalle du mica jaune bronzé et de la pyrite de fer. — Dans la galerie G elle est coupée et rejetée horizontalement sur 5 mètres de longueur par une fente argileuse chargée de pyrite de fer, et accompagnée, sur sa paroi Nord, de distance en distance par des lambeaux isolés de quartz avec mica. Cette argile est orientée sur le Nord 80° Est et presque verticale. Au Sud et à 2^m,40 de cette fente argileuse, la veine Nord 30-35° Est rencontre une crevasse Nord 75° Ouest, verticale, renfermant beaucoup de pyrite et de mica blanc, passablement quartzreuse, dont l'effet est d'arrêter complètement un des filets quartzeux et le remplissage de mica jaune bronzé, le second filet quartzeux continuant sans interruption.

A cette même direction Nord 30-35° Est se rattachent, dans leur ensemble, de nombreuses petites veinules de quartz et de mica jaune-bronze, rencontrées dans les galeries A et D, présentant par intervalles des noyaux pyriteux, quelques boules de mica blanc avec trace d'étain, mais sans suite et sans allures définies.

Dans le groupe Est-Ouest, la fréquence des fractures orientées au Nord de l'Ouest est très nettement accusée.

A l'extrémité Sud des travaux, la recherche du filon Nord 38° Est a conduit sur un filon de la roche dite granulite, signalée aux affleurements du puits n° 3 et à l'Ouest des Chaises. Ce filon, orienté Nord 65° Ouest et plongeant vers le Nord sous un angle de 68°, mesure 0^m,70 d'épaisseur. Il est nettement encaissé dans le granite. Parsemé de taches d'oxyde de fer, il ne renferme pas de minerai. La roche est dure. — Sur un parcours de 22 mètres : il coupe et rejette le filon Nord 70° Est et une veinule Nord 20° Est de quartz et mica bronzé ; — il est traversé par un filet de greisen, de 0^m,04 d'épaisseur Nord 40° Est, sans modification d'allures de part ni d'autre ; — il est coupé et rejeté à main gauche : de 4 mètres, par une fente argileuse Nord 60° Est, plongeant vers le Sud sous un angle de 65°, et de 1^m,10 par une autre fente argileuse Nord 35 à 40° Est. A l'Est de ce dernier accident son orientation incline vers l'Est-Ouest ; il devient très friable. — Il est probable que ce filon de granulite est la cause des nombreuses coupes Nord 60°-70° Ouest qui affectent l'allure du filon Nord 38° Est dans cette région.

Dans la galerie F on a suivi une petite veine de quartz blanc laiteux qui, sur 8 mètres de longueur à l'Ouest du filon Nord 38° Est, est orientée sur le Nord 72° à 75° Ouest et plonge vers le Nord sous un angle indistinct. Le quartz est stérile et mince, sauf en un point où se forme une lentille de 0^m,30 de puissance, composée de tourmaline, pyrite de fer, mispickel, molybdène sulfuré, shéelite. Il coupe et rejette de 0^m,40 à main gauche le filon Nord 38° Est, en y formant un joli petit amas de minerai. A l'Est du rejet, ce quartz continue, mais stérile et de faible épaisseur, dans un granite très dur, à gros cristaux de feldspath. Il disparaît au pied de la galerie après avoir

coupé et rejeté de 0^m,10 à main gauche une veinule de greisen de 0^m,02 d'épaisseur.

Dans la galerie G on a suivi, sur 9 mètres de longueur à partir de la grande chambre souterraine, une veine de quartz blanc, qui, d'abord très déchiquetée, a pris, sur 6 mètres de longueur, une allure plus régulière et s'oriente sur le Nord 75° Ouest, presque verticale, puissante de 0^m,10 à 0^m,40. Le quartz est accompagné de distance en distance par des rognons de micas blanc et jaune bronzé, avec pyrite de fer et blende. Il est coupé par une fente argileuse Nord 25° Est, plongeant à l'Ouest sous un angle de 65°, au-delà de laquelle on a retrouvé soit des rognons isolés de quartz avec mica, soit des veines de granite très quartzueux, à feldspath rose avec micas blanc et bronzé et pyrite de fer, et orientées sur le Nord 75° Ouest, mais qu'il est difficile d'identifier avec la veine de quartz primitivement suivie.

Enfin, dans la galerie E, on a recoupé les veines de feldspath rose et de quartz, Nord 80° Ouest, déjà signalées à propos du filon Nord 38° Est.

Avant de terminer ce qui concerne les travaux du puits n° 1, il convient de remarquer deux faits :

1° La galerie d'écoulement n'a recoupé sur son parcours que des petites veinules de quartz avec tourmaline, très confuses comme allures et orientation, — et une puissante faille d'argile très pyriteuse, Nord 25° Est, plongeant vers l'Est sous un angle très raide, argile qui a été retrouvée, avec les mêmes caractères, plus au Sud, dans la partie occidentale de la galerie B, où l'on recherchait à main droite la suite du filon Nord 38° Est ;

2° Cette même recherche de la suite du filon Nord 38° Est a fait traverser une zone remarquable de granite tendre à feldspaths rose et verdâtre, parsemé de taches d'oxyde

de fer, avec mouches de molybdène sulfuré. Cette zone commence brusquement derrière la veine argileuse Est-Ouest qui coupe et rejette le filon Nord 38° Est, à 4 mètres au Sud du point d'attaque A. Du Nord au Sud, elle présente à peu près 12 mètres de largeur et se termine près de la galerie F, le granite tendre passant insensiblement au granite du pays, dur, à mica noir. De l'Est, à partir de la descenderie, vers l'Ouest, elle mesure environ 18 mètres de longueur. — Dans ce granite, outre de nombreux filets argileux, court une petite veine de feldspath rose, quartz gris, tourmaline, pyrite de fer et molybdène sulfuré, orientée sur le Nord 60° Est et plongeant au Nord sous un angle de 50°. Sa puissance, qui était de 0^m,15 au point où elle a été rencontrée, s'amincit considérablement, vers l'Ouest, après la rencontre d'un filet d'argile irrégulier et finit par se perdre dans le pied de la galerie, réduite à une simple trace dans la roche granitique.

TRAVAUX DU Puits n° 2. — Ces travaux (*fig. 3, Pl. III*), moins avancés que ceux du puits n° 1, ont rencontré l'étain dans des conditions de gisement très différentes. La cassitérite s'y trouve dans une roche feldspathique, d'un noir bleuâtre, devenant grise par exposition à l'air, compacte, très dure, à joints tapissés de spath-fluor. Elle ressemble beaucoup à certaines roches qui forment les déblais des mines d'étain du Cornwall et particulièrement de la mine bien connue de Tincroft. Par places, elle se charge de mica brun, de quartz en grains ou en filets, de pyrite cuivreuse, pyrite de fer, blende, et rend en moyenne 6 p. 100 de ces minéraux au lavage sur pelle. — 80 p. 100 de ces lavages ont donné de la cassitérite en proportions variables qui s'est élevée jusqu'à 5 p. 100 quand la roche essayée était traversée par des filets de quartz blanc. Le minerai d'étain n'est visible que sur la pelle ; il est très fin.

La roche porphyrique, qui n'affleure pas au jour, a été trouvée à 10 mètres au Sud du puits et à 21 mètres de profondeur, formant une boutonnière de 6×8 mètres dans le granite dur à grands cristaux de feldspath. Aucun joint ne sépare les deux roches, qui sont comme soudées l'une à l'autre.

Le porphyre est traversé : 1° par une fente argileuse, irrégulière, de 0^m,05 à 0^m,09 d'épaisseur, orientée pendant une dizaine de mètres sur le Nord 10° Est et plongeant vers l'Est. Cette argile est accompagnée, à son toit, d'une petite veine de quartz blanc avec cristaux de pyrite de fer qui s'en sépare vers le Nord pour mourir en pointe dans le porphyre. Au toit de l'argile, la roche porphyrique est tendre, presque broyée, sur 0^m,70 d'épaisseur ; elle est parsemée de petits filets quartzeux avec traces de pyrite de fer et de blende ; — 2° par une petite veine de quartz stérile Nord 80° Ouest, plongeant au Nord sous un angle peu distinct, épaisse de 0^m,04, qui traverse le porphyre et le granite, sans accident à leur contact et s'arrête sur l'argile Nord 10° Est.

Une petite descenderie, foncée dans la roche porphyrique, a traversé à 1 mètre de profondeur et suivi jusqu'à 5 mètres, sa profondeur actuelle, une veine de 0^m,12 à 0^m,15 de puissance, dont 0^m,10 de greisen très micacé et 0^m,02 à 0^m,04 de quartz grisâtre, orientée sur le Nord 65° Ouest et plongeant vers le Sud sous un angle de 58°. Cette petite veine est richement imprégnée de pyrite cuivreuse, blende, mispickel et cassitérite, comme d'ailleurs le porphyre qui l'encaisse. Celui-ci est découpé en bancs qui courent et plongent comme la veine quartzreuse ; il renferme des noyaux de granite. L'eau est assez abondante dans la descenderie.

Cette même veine de quartz a été retrouvée au niveau de 21 mètres, au Sud et en dehors du porphyre, et suivie sur 6 mètres de longueur dans le granite dur où elle

est moins régulière et moins riche ; elle n'a plus que 0^m,07 d'épaisseur, dont 0^m,01 de quartz et 0^m,06 de greisen. Cependant elle rend encore de 10 à 11 p. 100 de minerai, et elle est accompagnée de petites lentilles de quartz sans suite et stériles.

En dehors de ce porphyre, une galerie Sud-Est a retrouvé des traces d'étain dans d'autres fractures du sol, principalement orientées au Nord de l'Ouest. Dans cette galerie, le granite à mica noir, à gros éléments et dur, change derrière une coupe de terrain Nord 33° Est, à 10^m,30 du puits ; il devient très feldspathique, verdâtre, avec petits nids de mica blanc, qui donnent des traces d'étain et de pyrite cuivreuse, sur 1^m,60. Puis, derrière une nouvelle coupe de même direction, Nord 32° Est, il reprend sa dureté et sa texture à gros éléments et présente trois bancs de 0^m,50 d'épaisseur chacun, formés par des coupes orientées sur le :

Nord 56° Ouest,	plongeant au Sud sous un angle de 85°
Nord 67° Ouest,	— Nord — 80°
Nord 77° Ouest,	— Nord — 80°.

Le long de ces coupes, et principalement de la première, le granite est ferrugineux, imprégné de mica blanc avec pyrite de fer et cassitérite, tacheté de cuivre carbonaté. Au pied de la galerie, un petit amas, de 0^m,05 d'épaisseur, a rendu 3 p. 100 de cassitérite. Malgré la rencontre d'une veine d'argile avec mica blanc, de 0^m,10 d'épaisseur, orientée sur le Nord 33° Est, ces mêmes allures continuent jusqu'à 23 mètres du puits (c'est-à-dire sur 11^m,50), où derrière une veine d'argile très plate, Nord 70° Est, la minéralisation diminue. Les joints de granite, très durs, sont toujours orientés sur l'Est-Ouest, principalement sur le Nord 70° Ouest, mais un seul, sur la paroi Sud, est minéralisé et faiblement.

Au sud de la roche porphyrique, on a exploré la veine Nord 10° Est, qui est assez irrégulière comme allure et très variable comme remplissage (*). Elle plonge constamment à l'Est sous des angles faibles. En général mince et argileuse, elle s'épanouit par passages en petites lentilles, composées de mica blanc et de quartz grisâtre, très friables, minéralisées, mais sans suite. Le mica blanc annonce toujours le minerai. Les deux amas les plus notables ont été rencontrés respectivement à 7 mètres et à 30 mètres du puits. Le premier avait 1^m,50 de longueur; la roche granitique encaissante était elle-même imprégnée de minerai sur 0^m,80 de largeur. La masse a rendu 12 p. 100 de minerai : pyrite cuivreuse, mispickel, cassitérite. Le second était formé de plusieurs petits amas distincts, dont l'ensemble a produit plus de 200 kilogrammes de minerai dans lequel dominait la pyrite cuivreuse.

Le granite qui encaisse la veine varie constamment. Tantôt il est jaune verdâtre ou à feldspath rose et alors assez tendre. Tantôt il est à gros éléments et dur, et dans ce cas il renferme souvent des mouches de pyrite cuivreuse au voisinage de la veine.

TRAVAUX DU PUITS N° 3 ET A L'OUEST DES CHAISES. — Ces travaux ont porté sur la granulite et dans les deux cas ont montré une roche à minerai, complètement enclavée dans le granite, et dont on n'est pas encore parvenu à suivre le développement en direction.

Puits n° 3. — Sur ce point (*fig. 2 et 3, Pl. I*) on n'a fait que rouvrir et rafraîchir les travaux de la première période de recherches, qui consistent en un puits de 20^m,80 de

(*) On sait que les filons de Cieux et de Vaulry, dans la Haute-Vienne, sont principalement orientés sur cette direction.

profondeur et deux galeries, ouvertes : l'une au Nord-Est du puits, à 14^m,60 de profondeur ; l'autre au Sud à 18^m,30. — Dans la première, la granulite est stérile, traversée par une veine d'argile qui longe son contact avec le granite, orientée sur le Nord 70° Est et plongeant au Nord. — La seconde a suivi le contact des deux roches qui tournent de la direction du Nord-Sud à une direction à peu près Nord 70° Est avec plongement vers le Nord. La granulite est, par places, très richement minéralisée de pyrite et de mispickel, avec un peu de sulfure de bismuth et traces d'étain. Le granite lui-même renferme les mêmes minéraux, mais moins abondamment, au contact de la granulite et au Sud d'une petite veine quartzeuse Nord 85° Est, plongeant vers le Nord, qui traverse sans dérangement la ligne de contact du granite et de la granulite ; au Nord de cette petite veine il est stérile. — Un travers-bancs, venu du jour, a recoupé l'argile Nord 70° Est de la première galerie, sans trouver le prolongement vers l'Ouest de la granulite.

Ouest des Chaises. — A l'Ouest du hameau des Chaises (*fig. 2*, Pl. III), l'affleurement de granulite apparaît sur une quinzaine de mètres, dans une direction générale Est-Ouest ; la roche est mélangée de quartz blanc en noyaux, quelquefois assez volumineux, et en petits filets, — et mouchetée de pyrite plus ou moins oxydée. Le contact avec le granite est confus. — La masse a été recoupée par un travers-bancs amorcé à 30 mètres au Nord-Ouest et à 12 mètres en contre-bas de l'affleurement. La *fig. 4* représente le plan des travaux à ce niveau. — La granulite est bornée : au Nord, par une ligne de contact orientée à peu près sur le Nord 78° Ouest et plongeant vers le Sud ; — à l'Ouest et au Sud, par une ligne contournée, irrégulière ; — à l'Est, par un mur granitique, orienté sur le Nord 34° Est et plongeant vers l'Ouest sous

un angle de 45°. L'eau est abondante le long de ce mur.

La granulite est minéralisée sur trois points, séparés par des intervalles stériles. Du Nord au Sud, sur 3 mètres de longueur après avoir quitté le contact granitique, on y trouve une proportion assez forte de pyrite, mélangée de blende. Après un intervalle de 6 mètres stériles, la roche durcit, et il s'y forme, sur 2^m,50 de longueur, des bancs orientés sur le Nord 25° Ouest, avec plongement vers l'Ouest, qui renferment les mêmes minéraux et, en plus, de la pyrite cuivreuse et de la shéclite, sur 0^m,70 d'épaisseur. Le minerai et les bancs s'arrêtent sur une petite veine de quartz Est-Ouest, plongeant vers le Nord, épaisse de 0^m,04. Au delà, la granulite devient plus tendre, se charge de chlorite et reste stérile, sauf au voisinage d'une crevasse Nord 60° Est, avec plongement vers le Nord, large de 0^m,03 où l'on trouve de jolis cristaux de shéclite.

La veine Est-Ouest, suivie en galerie, s'arrête à l'Ouest sur un filon de quartz stérile Nord 45° Ouest, plongeant vers le Sud. — Du côté de l'Est, elle est rejetée de 0^m,50 à main droite par un quartz stérile orienté sur le Nord 5° Ouest et plongeant vers l'Est sous un angle de 40°; — et à main droite, puis à main gauche par deux coupes Nord-Sud, distantes de 2 mètres. Sur tout son parcours, de 18 mètres, cette veine est assez joliment minéralisée, surtout en shéclite. La granulite qui l'encaisse l'est elle-même et tout autant; elle est découpée en petits bancs, de faible épaisseur et de dureté variable; les plus durs et les plus épais sont les plus riches, surtout au pied de la galerie. — Le rendement en minerai pyriteux et shéclite varie de 7 à 10 p. 100 au lavage sur pelle. On n'a point trouvé d'étain.

Puits n° 4. — Le puits n° 4 a été foncé sur un affleurement de quartz blanc, en tout semblable au quartz de la découverte originelle, paraissant orienté du Sud au Nord

et complètement stérile. Il a découvert le minerai, surtout blende et pyrite avec quelques taches de bismuth oxydé, à 1 mètre de profondeur. La *fig. 1*, Pl. III, représente le travail à la profondeur actuelle de 6 mètres. Le quartz paraît complètement enclavé dans le granite; il est limité : au Nord et au Sud, par deux coupes Nord 50 à 60° Ouest, plongeant vers le Nord sous des angles de 68° et de 79°; à l'Est et à l'Ouest, par deux autres coupes, orientées respectivement sur le Nord-Sud avec plongement de 75° vers l'Ouest, et sur le Nord 10 à 15° Est avec plongement, dans le même sens, de 56°. De la coupe occidentale se détache une petite veine de greisen à mica jaune bronzé, épaisse de 0^m,08 à 0^m,12, orientée sur le Nord 25° Ouest, et plongeant sous un angle de 65°; on n'y a point trouvé de minerai.

Résumé. — Cette description des recherches de Meymac montre, que, sans avoir encore révélé un gîte exploitable, elles n'en ont pas moins atteint leur but immédiat, puisqu'elles ont découvert le minerai d'étain dans trois gisements de nature bien distincte : en filons quartzeux et micacés ou simplement quartzeux, au puits n° 1; dans la granulite du puits n° 3; dans la roche porphyrique du puits n° 2 et le quartz qui commence à s'y dessiner. La présence de la shéelite dans la granulite à l'Ouest des Chaises, et l'identité de cette roche avec celle du puits n° 3 donnent à penser qu'on trouvera aussi l'étain sur le premier de ces deux points.

De plus, ces recherches ont établi une base solide pour les travaux ultérieurs, nécessaires pour décider si l'un ou l'autre de ces gisements persistera en profondeur et en direction, et prendra un développement qui justifie une exploitation. Car, au milieu d'un réseau très complexe de fentes dont la majeure partie est évidemment superficielle, elles mettent déjà en évidence les fractures fonda-

mentales qui ont présidé à l'origine de ces gisements. Elles permettent d'entrevoir (*fig. 1*, Pl. I), d'une part, une liaison possible entre les divers points d'attaque; entre les gisements des puits n° 1 et 2 par quelqu'une de ces fractures orientées sur le Nord 60 à 75° Ouest; entre ceux des puits n° 1 et 3 par quelque autre fracture orientée sur le Nord 30 à 40° Est, — et, d'autre part, une extension du filon Nord 70° Est du puits n° 1 vers l'affleurement découvert, plus à l'Est dans la même direction, sur le chemin de Meymac à Contesouza.

A ce point de vue et à titre d'indication, je crois intéressant de donner ici le tableau des orientations des douze premiers systèmes de montagnes, transportées au point dont les coordonnées géographiques sont :

$$(a) \left\{ \begin{array}{ll} \text{Longitude Ouest} \dots & 0^{\circ} 11' 0'',00 \\ \text{Longitude Nord} \dots & 45^{\circ} 32' 0'',00 \end{array} \right.$$

Ce point est situé tout près et un peu à l'Ouest de la ville de Meymac. Un des principaux motifs qui l'ont fait choisir pour centre de la rose des directions, au lieu d'un des points de croisement des grands cercles du réseau pentagonal qui sont nombreux autour de Meymac, est son voisinage d'un point remarquable de la région signalé par Élie de Beaumont. Cet illustre géologue a fait remarquer que « les granites du Limousin forment au milieu des « gneiss des bandes assez irrégulières qui cependant ont « une tendance marquée à se rapprocher de la direction « Nord 26° Est (*). La formation de ces bandes paraît « trait ancienne. Le point central de la région où on les « observe se trouve à peu près par 46° de latitude Nord « 0° 40' de longitude Ouest. »

Voici le tableau des directions des douze premiers systèmes de montagnes transportées au point (a) :

(*) Cette direction *vraie* Nord 26° Est correspond à la direction *magnétique actuelle* Nord 40° 1/2 Est.

	DIRECTION VRAIE	DIRECTION MAGNÉTIQUE	
		du système	de la perpendiculaire
Vendée.....	N. 20° 11' O.	N. 5° 34' O.	N. 84° 26' E.
Finistère.....	N. 71° 56' E.	N. 86° 26' E.	N. 3° 34' O.
Longmynd.....	N. 26° 0' E.	N. 40° 37' E.	N. 49° 23' O.
Morbihan.....	N. 47° 37' O.	N. 33° 0' O.	N. 57° 0' E.
Westmoreland.....	N. 55° 28' E.	N. 70° 5' E.	N. 19° 55' O.
Land's End.....	N. 87° 46' E.	N. 77° 37' O.	N. 12° 23' E.
Ballons.....	N. 78° 33' O.	N. 63° 56' O.	N. 26° 4' E.
Forez.....	N. 17° 4' O.	N. 2° 27' O.	N. 87° 33' E.
Nord de l'Angleterre.....	N. 6° 1' O.	N. 8° 36' E.	N. 81° 24' O.
Pays-Bas.....	N. 81° 8' E.	N. 84° 15' O.	N. 5° 45' E.
Rhin.....	N. 16° 22' E.	N. 30° 59' E.	N. 59° 1' O.
Thuringerwald.....	N. 56° 45' O.	N. 42° 15' O.	N. 47° 65' E.

Sans entrer dans le détail de rapprochements qui ne seraient appuyés que sur des bases trop restreintes, on remarquera que l'écart est faible ou même nul, entre les directions de quelques-uns de ces systèmes de montagne et celle de certaines des fractures du sol observées dans les travaux, par exemple : entre le Longmynd et le filon Nord 38° Est, entre le Westmoreland et le filon Nord 70° Est, entre les Ballons et les nombreux alignements Nord 60 à 65° Ouest, entre le Rhin et les failles ou veines Nord 30 à 35° Est. Il est à remarquer que les âges respectifs des diverses fractures citées, déduits des rejets qu'elles subissent à leurs croisements, sont précisément les mêmes que ceux qui ont été assignés par M. Élie de Beaumont aux systèmes de montagnes auxquels elles sont comparables comme direction. On ne sera point surpris d'ailleurs que l'empreinte de ces systèmes de montagnes soit marquée sur le sol de Meymac, si l'on songe que le grand cercle de comparaison du Longmynd passe entre Neuvic et Bort, celui de Westmoréland au Sud de Limoges, c'est-à-dire à une faible distance au Sud-Est et au Nord

de Meymac, et que la bande de terrains houillers en lambeaux, qui s'étend de Decize, dans la Nièvre, à Pleaux, dans le Cantal, et qui a servi à la définition du système du Rhin, est située très près et à l'Est de Meymac. Quant au système des Ballons (*), son grand cercle de compa-

(*) C'est également au système des Ballons que paraissent dues les fractures primitives de l'intéressant gîte de la Prugne (Allier). Ce gîte est constitué par des filons de pyrite cuivreuse non argentifère, orientés sur le Nord 75° Ouest (direction vraie), qui sont découpés par des filons d'argiles avec galène, orientés sur le Nord 25 à 40° Ouest. Aux points de croisement des deux systèmes de fentes, surtout des Nord 75° Ouest avec les Nord 25° Ouest, les filons de pyrite se chargent de philippite argentifère, principal minerai exploité, dont on a extrait du cuivre et de l'argent pour une valeur de près de un million de francs, par des travaux d'une superficie maxima de 300×150 mètres et d'une profondeur qui n'a pas dépassé 50 mètres.

On retrouve les deux mêmes directions : la première, dans des filons de porphyre jaunâtre; la seconde, dans des porphyres rouges quartzifères qui coupent les précédents.

En rapportant à la Prugne les directions des systèmes de montagnes, on trouve que, en directions vraies :

Le système des Ballons y est orienté sur le Nord 74° 1/2 Ouest.

—	Mont Viso	—	Nord 25° 1/4	—
—	Pyrénées	—	Nord 72° 1/2	—
—	Mont Serrat	—	Nord 40° 3/4	—

Vraisemblablement, la pyrite cuivreuse non argentifère a été déposée dans des fentes dues au système des Ballons, et la philippite s'y est introduite à son tour, grâce à des réouvertures dues au système des Pyrénées, après l'action favorable de fentes provenant du système du mont Viso qui, en découpant le terrain, ont facilité la chute du toit des Est-Ouest primitifs.

Si l'on cite ici ce gisement de la Prugne, c'est parce que, en outre du cuivre et de l'argent, on y a trouvé de l'étain en proportion telle que les exploitants n'eussent pas dû négliger de le rechercher. Le cuivre et l'argent ont été exploités dans des schistes qui occupent le fond d'une selle granitique, sur une épaisseur qui, certainement, n'est pas considérable. Il se pourrait fort bien que les travaux, après avoir franchi cette zone schisteuse et pénétré dans le granite, rencontrassent l'étain comme minerai prédominant. Des faits, assez topiques, portent à croire qu'il existe à la Prugne des filons orientés à l'Est du Nord et, entre autres, on signalera des filons de porphyre granitoïde orientés, en moyenne, sur le Nord 29° Est, qui, au voisinage de la mine, traversent le granite sans pénétrer dans les schistes. La direction du système du Longmynd, rapportée à la Prugne, est orientée sur le Nord 27° 1/4 Est.

raison est beaucoup plus éloigné ; mais l'on sait que son action s'est fait sentir sur une zone particulièrement large, et qu'il est représenté d'une manière manifeste dans le terrain houiller du Gard, par exemple, bien plus éloigné que Meymac de son grand cercle de comparaison.

SATURATION HYGROMÉTRIQUE DE L'ÉCORCE DU GLOBE

DÉTERMINATION DE L'EAU DE CARRIÈRE,
DIMINUTION DE LA RÉSISTANCE DES ROCHES IMBIBÉES D'EAU

Par M. O. KELLER, Inspecteur général des mines.

Introduction.

Ubiquité de l'eau ; ses divers états. — L'eau occupe une place considérable à la surface de la terre. On l'y trouve, en général, à l'état visible, soit qu'étant liquide elle constitue les mers, les fleuves, rivières, lacs ou étangs, les sources, la pluie, soit qu'étant solide elle forme la glace, la neige, la grêle. Dans l'atmosphère on l'aperçoit aussi lorsqu'elle s'y concentre en vésicules, dont la semi-transparence donne, en quelque sorte, un corps aux nuages, aux brouillards, à la vapeur d'eau.

L'eau existe également, mais à l'état invisible, dans un très grand nombre de substances, à l'état de combinaison chimique : on la désigne alors sous le nom d'*eau de constitution*.

Enfin elle présente encore un caractère tout différent, quand elle détermine l'humidité. Dans cet état particulier on l'appelle *eau hygrométrique*, parce qu'elle est décelée par les hygromètres, dès que l'air en est imprégné.

Les corps solides deviennent aussi humides ou hygrométriques, lorsque l'eau pénètre dans leurs pores.

Dans les deux cas l'eau est généralement invisible,

comme l'eau combinée. Elle diffère cependant de cette dernière, au point de vue physique, en ce qu'elle se distingue souvent à l'aide du toucher : elle modifie en effet la conductibilité des corps pour la chaleur, et c'est pourquoi les objets humides, les pierres en particulier, font éprouver aux personnes qui les manient une sensation de froid.

Définition de l'eau de carrière ; sa présence dans les roches.

— L'eau renfermée dans les pores des roches peut être appelée indifféremment *eau hygrométrique*, *eau d'imprégnation*, *d'imbibition*, ou bien de *capillarité*.

Delesse, qui en a fait une étude spéciale, définit simplement l'eau de carrière comme il suit :

« On appelle *eau de carrière* celle que les roches contiennent lorsqu'elles sont dans l'intérieur de la terre (*). »

Cette eau n'a donné lieu jusqu'à présent qu'à un très petit nombre de recherches expérimentales. Les géologues se sont généralement bornés à constater sa présence, et n'en ont fait mention dans leurs ouvrages que d'une façon incidente. Cependant et depuis longtemps, l'un d'eux, le professeur Bischof, a porté son attention sur la pénétrabilité des roches par l'eau et a signalé le basalte comme s'imprégnant d'humidité au point d'être impropre à la construction des habitations.

Daubrée est un de ceux qui se sont le plus nettement expliqués à ce sujet, tout en restant dans le domaine des généralités.

Dans son grand et bel ouvrage *les Eaux souterraines à l'époque actuelle*, il s'est exprimé ainsi :

« Toutes les roches, même celles qui sont le plus compactes, sont imprégnées d'une certaine quantité d'eau.

(*) *Extraits de géologie*, par MM. DELESSE et LANGEL (*Annales des Mines*, 6^e livr. de 1862)

34 SATURATION HYGROMÉTRIQUE DE L'ÉCORCE DU GLOBE

Les ouvriers des carrières savent que les caractères physiques des pierres les plus diverses se modifient par l'exposition à l'air. Ce changement qui se constate clairement sur les roches argileuses, calcaires et gréseuses, est aussi très appréciable pour les roches plus compactes, telles que le granite. Il paraît s'expliquer par la perte d'une certaine quantité d'eau, logée d'abord dans les pores de la roche et qui a disparu. On donne à cette eau le nom d'eau de carrière ou d'inprégnation. Le délitement, à la suite de la gelée, des pierres de construction appelées gélives, est le résultat de l'eau qui y était interposée. Dolomieu avait signalé des faits de ce genre dans son *Mémoire sur l'art de tailler les pierres à fusil*. »

Dans sa *Géologie expérimentale*, le même savant, après avoir mentionné l'eau de constitution de certaines roches, par exemple des argiles, a écrit :

« Quant aux roches qui ne renferment pas d'eau de constitution, aucune n'est dépourvue d'une certaine quantité d'eau dite de carrière.

On ne comprendrait pas que cette eau fût logée autrement que dans les pores de la roche. Toutes les roches sont donc poreuses, et ce qui se passe dans la coloration artificielle de l'agate prouve que les pierres en apparence les plus compactes sont pénétrables par un liquide, en vertu de la seule force de la capillarité. »

La présence de l'eau dans les roches dures a été constatée par Durocher (*) qui s'est livré à une série d'expériences sur les divers feldspaths, les porphyres, le fer oxydulé, le fer oligiste, l'hématite, les minerais de manganèse. Il plaçait les échantillons, grossièrement pulvérisés, sous des cloches où l'air était maintenu dans un état

(*) DUROCHER, *Recherches sur l'absorption de l'eau atmosphérique par les substances minérales* (16 mai 1853). — *Bulletin de la Société géologique de France*, 2^e série, t. X.

permanent d'humidité, parfois pendant quatre ans. Ensuite il expulsait l'eau par la chaleur, de 15 à 100° et de 100° au rouge sombre, dans le but de chasser d'abord l'humidité, puis l'eau combinée. C'est cette dernière qu'il avait pour objet de rechercher spécialement ; et nous n'avons rien à citer ici des résultats de ses expériences sur l'absorption de l'eau atmosphérique.

PREMIÈRE PARTIE.

Recherches expérimentales.

Anciennes constatations faites en Angleterre. — Différents expérimentateurs ont déterminé la quantité d'eau de carrière contenue dans les matériaux de construction.

C'est ainsi qu'en Angleterre, une Commission, dont faisait partie M. de la Bèche, appelée à choisir les pierres destinées à la construction des nouveaux bâtiments du Parlement, a fait les constatations suivantes (*) :

Désignation des substances.	Eau imbibant 100 parties
<i>Calcaire</i> légèrement siliceux, avec quelques grains de glauconie, de Chilmark.....	2,84
<i>Oolithe</i> légèrement cimentée par du carbonate de chaux de Ketton.....	6,94
<i>Oolithe</i> à grain fin, cimentée par de la chaux carbonatée, compacte et cristalline, d'Ancaster.....	7,33
<i>Dolomie</i> semi-cristalline, brun jaunâtre clair, de Bolso-ver en Derbyshire.....	3,29
<i>Calcaire magnésien</i> , friable, à structure un peu oolithique, de Cadeby.....	12,87
<i>Grès quartzeux</i> , grès blanchâtre, à grain fin et à ciment siliceux, avec 1 p. 100 de carbonate de chaux, de Craigleith près d'Édimbourg.....	3,48

(*) *Report with reference to the selection of stone for building the new Houses of Parliament.*

Recherches de Delesse. — Les recherches les plus importantes sur ce sujet sont celles auxquelles s'est livré postérieurement Delesse, et que cet ingénieur des Mines, alors attaché au service d'inspection des carrières de la Ville de Paris et du département de la Seine, a publiées, en 1861, sous le titre de *Recherches sur l'eau, dans l'intérieur de la terre* (*).

Nous laisserons de côté, comme étant en dehors de la question, les expériences qu'il a faites sur diverses substances minérales imbibées d'eau, après avoir été préalablement réduites en poudre. Mais nous croyons utile de reproduire un tableau très instructif, dans lequel il a indiqué la proportion d'eau de carrière contenue dans 33 substances diverses, tirées pour la plupart du bassin de Paris.

« Les échantillons sur lesquels j'ai opéré, écrit Delesse, ont généralement été pris dans des carrières souterraines, ou bien à plusieurs décimètres au-dessous de la surface du sol, en sorte qu'ils étaient autant que possible à l'abri des variations provenant de l'action du soleil ou de l'atmosphère. Dans les carrières, ils ont d'ailleurs été choisis à une certaine distance des parois, qui sont en partie desséchées par le mouvement de l'air.

Enfin ils ont encore été choisis beaucoup au-dessus des nappes d'eau qui coulent à l'intérieur de la terre. Immédiatement enveloppées dans une feuille d'étain et dans des vases fermés, ces échantillons étaient pesés le plus tôt possible, et on les faisait ensuite dessécher.

Les résultats obtenus sont résumés dans le tableau qui suit. La colonne *a* donne l'eau contenue dans 100 de la substance humide et à l'état naturel, tandis que la colonne *b* donne l'eau qui, dans les conditions de mes expériences, serait absorbée par 100 de la substance sèche, si elle était replacée dans le sein de la terre. »

(*) *Bulletin de la Société géologique de France*, XIX, 2^e série.

SATURATION HYGROMÉTRIQUE DE L'ÉCORCE DU GLOBE 37

L'auteur n'indique pas de quelle façon ni jusqu'à quel point il opérât la dessiccation. Il est probable que les échantillons étaient simplement exposés à l'air, par un temps sec.

TABEAU N° 1. — *Eau de carrière dans diverses substances.*

N° d'ordre	Désignation des substances	Eau pour 100 de la substance	
		humide <i>a</i>	sèche <i>b</i>
1.	<i>Gypse</i> du banc des glaises, à Suresnes, au mont Valérien.....	0,45	0,46
2.	<i>Gypse</i> du banc des Écorcheux, qui forme le ciel à la plâtrière d'Antony.....	0,48	0,48
3.	<i>Gypse</i> du banc des fleurs, à Bagneux.....	1,50	1,52
4.	<i>Calcaire</i> grossier, dur et caverneux, avec cérites, du banc de roche pris dans les anciennes carrières de la rue Notre-Dame-des-Champs à Paris.....	3,02	3,41
5.	<i>Craie</i> blanche de la basse masse, à Meudon.	19,30	23,91
6.	<i>Craie</i> blanche de la haute masse, à Meudon.	20,66	26,04
7.	<i>Calcaire</i> grossier, friable, un peu marneux et très tendre, avec nombreux miliolites, du banc de lambourde pris dans les anciennes carrières de la rue Notre-Dame-des-Champs à Paris.....	23,25	30,29
8.	<i>Quartz</i> blanc laiteux en filons dans le granite de Semur.....	0,08	0,08
9.	<i>Silex</i> compact de la haute masse de craie à Meudon.....	0,12	0,12
10.	<i>Silex</i> compact de la basse masse de craie à Meudon.....	0,13	0,13
11.	<i>Silex</i> meulière, un peu caverneux, de l'argile à meulières supérieures, du plateau de Sèvres.....	1,12	1,13
12.	<i>Sable</i> quartzeux rougeâtre, de l'étage de Fontainebleau pris à Meudon.....	2,24	2,29
13.	<i>Sable</i> quartzeux grisâtre, de l'étage de Fontainebleau pris à Meudon.....	2,66	2,73
14.	<i>Arene</i> très grossière, formée de débris de gneiss et de granite, de Semur.....	7,01	7,54

38 SATURATION HYGROMÉTRIQUE DE L'ÉCORCE DU GLOBE

N ^{os} d'ordre	Désignation des substances	Eau pour 100 de la substance	
		humide <i>a</i>	sèche <i>b</i>
15.	<i>Argile</i> brunâtre, diluvienne, avec débris très nombreux de roches granitiques de Chevigny.....	10,40	11,61
16.	<i>Argile</i> brun rougeâtre, employée comme terre à briques, du terrain diluvien supérieur à Bicêtre.....	16,10	19,19
17.	<i>Argile</i> brun rougeâtre du terrain diluvien supérieur; elle forme la terre végétale à Villejuif.....	17,53	21,25
18.	<i>Argile</i> plastique grise, prise à 1 ^m ,50 de profondeur dans une glaisière à ciel ouvert à Issy.....	19,56	24,32
19.	<i>Argile</i> plastique noire, prise dans une glaisière souterraine de Vaugirard-Paris.....	23,20	30,21
20.	<i>Argile</i> blanc grisâtre enveloppant les meulières supérieures à Meudon.....	24,48	32,41
21.	<i>Marne</i> verte, très argileuse, supérieure au gypse, servant à fabriquer la brique au Mont Valérien.....	16,55	19,83
22.	<i>Marne</i> vert jaunâtre, argileuse, supérieure au gypse, servant à faire de la brique au Mont Valérien.....	20,92	26,45
23.	<i>Marne</i> blanche, calcaire, recouvrant le banc des Fleurs, à Bagneux.....	24,22	31,96
24.	<i>Marne</i> blanc verdâtre, schistoïde et magnésienne, associée à la précédente dans le terrain du gypse à Bagneux.....	27,99	38,87
25.	<i>Marne</i> blanche plastique, supérieure au calcaire grossier des anciennes carrières sous Paris.....	28,81	39,49
26.	<i>Eurite</i> noirâtre avec mica, de Chevigny.....	0,07	0,07
27.	<i>Gneiss</i> très micacé, friable et un peu décomposé, de Flée.....	3,00	3,09
28.	<i>Granite</i> à gros grains, avec quartz, orthose rose à deux micas, de Semur.....	0,37	0,37
29.	<i>Granite</i> précédent, désagréé et commençant à passer à l'arène.....	1,85	1,88
30.	<i>Granite</i> précédent plus complètement désagréé.....	3,68	3,82

SATURATION HYGROMÉTRIQUE DE L'ÉCORCE DU GLOBE 39

N° d'ordre	Désignation des substances	Eau pour 100 de la substance	
		humide a	sèche b
31.	Granite précédent, devenu plastique et kaolinisé.....	12,44	14,21
32.	Bois de sapin mou et décomposé dans les carrières souterraines.....	38,96	63,83
33.	Bois de chêne mou et décomposé dans les carrières souterraines, d = 1.234.....	88,90	800,90

Après avoir fait ressortir les différences que présentent les principales substances soumises à l'expérience, au point de vue de l'eau qu'elles contiennent souterrainement, Delesse conclut ainsi : « Les roches, même celles qui sont les plus compactes, ont toutes de l'eau de carrière, au moment où on les extrait du sein de la terre. Comme il est facile de s'en assurer pour le granite et le silex, quelques millièmes ou dix-millièmes de cette eau suffisent pour les rendre beaucoup plus tendres, moins tenaces, et pour modifier très notablement leurs propriétés physiques. Mais les roches perdent assez rapidement cette eau quand elles sont exposées à l'action de l'air, et en même temps elles se délitent pour la plupart. »

Le même géologue a fait encore une série d'expériences dans des conditions différentes des précédentes, en vue de déterminer l'eau d'imbibition des roches. Dans ce but, il laissait séjourner des fragments de ces roches dans l'eau « pendant plusieurs heures » ; après cela, leur surface était essuyée et l'on déterminait l'augmentation de poids.

Cette méthode était défectueuse. Nos propres expériences nous ont en effet montré, comme on le verra plus loin, que la quantité d'eau absorbée par les roches est loin d'atteindre son maximum au bout de quelques heures. Il faut généralement plusieurs jours de séjour dans l'eau.

Les chiffres obtenus par Delesse sont donc trop faibles. Néanmoins, ils fournissent, sous cette réserve, des indi-

40 SATURATION HYGROMÉTRIQUE DE L'ÉCORCE DU GLOBE

cations intéressantes concernant des roches très variées.
Nous les reproduisons ci-dessous.

TABLEAU N° 2. — *Eau d'imbibition pour les substances en fragments.*

Désignation des substances	Eau imbibant 100 parties
<i>Gypse</i> jaunâtre, grenu et cristallin, du Mont Valérien.	2,20
<i>Marbre</i> poli, gris, brunâtre, très compact, de Roulogne-sur-Mer.....	0,08
<i>Calcaire</i> caverneux, dit la roche, formant le banc supérieur du calcaire grossier.....	3,20
<i>Calcaire</i> grossier, tendre et poreux, dit lambourde, de Bagneux.....	9,67
— d'Arcueil.....	10,80
— d'Ivry.....	15,40
— de Gentilly.....	16,25
— de Carrières-Saint-Denis.....	18,60
— de Houilles.....	18,80
— de Nanterre.....	21,10
<i>Craie</i> à l'état naturel, des Moulineaux, à Issy.....	24,10
<i>Grès</i> des sables supérieurs servant au pavé de Paris...	0,66
— — —	4,37
— — —	13,15
<i>Schiste</i> ardoisier, gris noirâtre, avec trilobites, d'Angers.	0,19
<i>Schiste</i> noirâtre, avec empreintes végétales, du terrain houiller.....	2,85
<i>Basalte</i> noir, prismatique, sans cellules visibles, de Borne dans la Haute-Loire.....	3,03
<i>Phonolithe</i> vert grisâtre, prismatique et schistoïde, du Mégal.....	1,45
<i>Rétinite</i> noir, compacte, en filons, du hameau de l'Estrade dans le Cantal.....	0,20
<i>Trachyte</i> gris, celluleux et porphyroïde, du moulin de la Scierie aux bains du Mont-Dore.....	3,70
<i>Granite</i> amphibolique de Sainte-Marie-aux-Mines....	0,06
<i>Granite</i> grenu, gris bleuâtre, de Saint-Brieuc.....	0,12
<i>Écume de mer</i> blanche, très légère, happant très fortement à la langue.....	91,15

Parmi les substances désignées dans les deux tableaux

précédents, il s'en trouve quatre seulement qui ont une appellation semblable dans l'un et dans l'autre : le gypse, le calcaire grossier, la craie et le granite. Bien que les échantillons de ces roches diffèrent les uns des autres sous le rapport de leur origine, il n'est pas sans intérêt de comparer leur teneur en eau soit d'imbibition, soit de carrière.

Pour le gypse, d'après les résultats consignés dans le tableau n° 1, la quantité d'eau de carrière varie beaucoup suivant les bancs, qui sont plus ou moins compacts, plus ou moins poreux. Cette quantité a été de 0,46 p. 100 dans un échantillon, de 0,48 dans un autre, de 1,52 dans le troisième. L'échantillon unique désigné dans le tableau n° 2 a absorbé 2,20 p. 100 d'eau.

Pour le calcaire caverneux, appartenant au banc de roche du calcaire grossier, l'eau de carrière a été trouvée de 3,11 p. 100 ; celle d'imbibition de 3,20 p. 100, pour un échantillon pris sur un autre point. La différence est faible.

Quant au calcaire grossier exploité dans le bassin de Paris comme pierre à bâtir, l'eau qu'il a absorbée a varié, suivant la provenance des échantillons, de 9,67 à 21,10 p. 100. L'unique échantillon de roche appartenant à la même formation, qui figure au tableau n° 1, accuse une quantité d'eau de carrière bien supérieure : 30,29 p. 100.

Les chiffres relatifs à l'eau de carrière pour la craie de Meudon (23,91 et 26,04) et à l'eau d'imbibition pour la craie des Moulineaux (24,10) sont tout à fait comparables.

Enfin, pour le granite, on ne peut placer en regard l'un de l'autre qu'un échantillon à gros grains provenant de Semur et contenant 0,37 p. 100 d'eau de carrière, et un échantillon grenu, de Saint-Brieuc, contenant seulement 0,12 p. 100 d'eau d'imbibition.

Ces résultats, si restreints qu'ils soient, donnent lieu de se demander s'il y a nécessairement une différence, pour un même échantillon, entre la quantité d'humidité qu'on peut lui faire absorber par un séjour dans l'eau et celle qu'il contient naturellement au sein de la terre.

C'est dans ce sens que Delesse s'est prononcé dans son mémoire. Guidé, semble-t-il, plutôt par les idées qui avaient cours que par les résultats de ses propres expériences, il a affirmé d'une façon beaucoup trop absolue que les roches, au sein de la terre, « n'ont pas à beaucoup près toute l'eau qu'elles peuvent retenir et sont loin d'en être saturées ».

Il n'avait probablement en vue que les gisements tout à fait superficiels sur lesquels ont porté, d'ailleurs, la plupart de ses recherches. Ce qui porte à le penser, ce sont les lignes suivantes du même auteur :

« L'eau de carrière contenue dans les roches doit varier, dans certaines limites, avec les saisons et augmenter à la suite des grandes pluies. »

Restreignant, aussitôt après, la portée de cette indication, Delesse ajoute :

« Toutefois, pour les roches se trouvant à une petite profondeur au-dessous du sol, il est probable qu'elle reste à peu près constante. On s'en rendra compte en observant que l'eau qui pénètre dans le sol est seulement une fraction de celle qui tombe à la surface, que, de plus, l'eau de carrière est retenue dans la roche par des affinités puissantes, qu'elle ne peut guère s'évaporer ni s'égoutter, qu'elle s'introduit surtout par capillarité et qu'elle provient en partie des nappes souterraines inférieures. »

Ce sujet sera éclairci plus loin.

Diminution de la résistance des roches imprégnées d'eau.

— Ce qui, depuis nombre d'années, a appelé l'attention des maîtres carriers sur l'eau que contiennent les pierres

dans leur gisement, c'est leur durcissement ultérieur par le fait de leur exposition à l'air.

Il est donc naturel et logique, quand on se livre à des recherches sur l'eau d'imprégnation des pierres de taille, de faire en même temps des essais sur la résistance de ces pierres à l'écrasement. Toutefois ces essais ont été rarement entrepris, parce qu'ils exigent des appareils spéciaux.

Nous avons nous-même été conduit à étudier, à diverses reprises, l'affaiblissement des roches calcaires imprégnées d'eau. C'est pourquoi nous nous en occuperons en même temps que de la détermination de l'eau de carrière, qui est notre principal objectif. Car nous nous sommes rendu compte de la difficulté que nous aurions à traiter les deux sujets séparément, sans nous exposer à des redites ou bien sans nuire à l'un ou à l'autre d'entre eux.

L'affaiblissement dont il s'agit ne surprend personne, parce que chacun sait que certaines substances, telles que les argiles, la craie de Meudon, etc., s'amollissent au contact de l'eau jusqu'à s'y délayer. L'explication scientifique de ce phénomène n'est pas encore donnée. A ce sujet, Ch. d'Orbigny fait la remarque ingénieuse qu'il est plus aisé de casser un verre plein d'eau qu'un verre vide. « En effet, écrit-il, une roche plus ou moins poreuse résiste jusqu'à un certain point à la percussion, car le choc est alors arrêté par les pores et ne peut se communiquer à la masse entière. Mais, si l'eau vient à remplir tous les pores, comme elle est presque incompressible, elle détruit l'effet de la porosité et l'annihile, en rendant la roche compacte et facile à briser ; c'est effectivement ce qui a lieu pour le silex, qui est une roche poreuse contenant une assez grande quantité d'eau de carrière (*). »

(*) *Description des roches composant l'écorce terrestre et des terrains cristallins constituant le sol primitif*, par Ch. d'ORBIGNY ; 1868.

Ce n'est pas seulement, comme le montrent les essais à la presse hydraulique dont nous ferons mention plus loin, la résistance des pierres à la percussion ou à la flexion, qui diminue sensiblement, à la suite de l'imbibition, mais encore la résistance à l'écrasement.

Essais de résistance à l'écrasement exécutés sur la craie de Bougival, sous divers états hygrométriques. — Dès 1887, notre attention avait été appelée sur la proportion d'eau considérable que la craie blanche à silex des environs de Paris est susceptible d'absorber. Le service des Mines suspectait à bon droit les piliers d'une vaste carrière souterraine de craie, située à Bougival et appartenant à M. Pointelet, de ne pas offrir une résistance suffisante pour écarter tout danger d'effondrement en masse. D'après nos instructions, on avait fait tailler, dans de la craie empruntée à ces piliers, ainsi qu'aux fronts des chantiers en exploitation, 48 échantillons cubiques ayant exactement 10 centimètres de côté. Ceux-ci furent remis au laboratoire d'essais de l'École Nationale des Ponts et Chaussées et soumis à des essais de résistance à l'écrasement comparatifs, savoir : un tiers à l'état naturel, le second tiers après dessiccation à la température de 30 à 40°, le reste après une immersion dans l'eau, prolongée pendant quarante-huit heures.

Les résultats sont assez intéressants pour que nous les reproduisions *in extenso*, d'après le procès-verbal signé par M. l'ingénieur en chef Durand-Claye et par M. l'ingénieur Debray, l'un directeur, l'autre directeur adjoint du laboratoire, le 17 septembre 1887. Les essais ont été exécutés les 10, 12 et 14 du même mois à l'aide de presses hydrauliques. Nous les groupons en un tableau, de manière à faire ressortir, pour chaque série de 16 échantillons, la moyenne de densité et de résistance à l'écrasement. En raison des grandes variations que pré-

sentent les chiffres inscrits dans les différentes colonnes, nous avons souligné partout le maximum et le minimum, de façon à faciliter l'examen du tableau : c'est une mesure aussi simple qu'utile, dont l'adoption se recommande d'elle-même dans bien des cas.

TABLEAU. — *Essais de résistance à l'écrasement.*

CRAIE À L'ÉTAT NATUREL			CRAIE DESSECHÉE			CRAIE IMBIBÉE D'EAU		
POIDS du mètre cube	RÉSISTANCE par centimètre carré		POIDS du mètre cube	RÉSISTANCE par centimètre carré		POIDS du mètre cube	RÉSISTANCE par centimètre carré	
	première fissure	écrasement total		première fissure	écrasement total		première fissure	écrasement total
kilogr.	kilogr.	kilogr.	kilogr.	kilogr.	kilogr.	kilogr.	kilogr.	kilogr.
1.666	"	17,6	1.636	25,7	55,8	1.938	"	13,5
1.650	11,4	24,9	1.573	28,9	48,2	1.963	11,4	14,9
1.635	"	28,5	1.593	26	78,1	1.926	5,7	11,5
1.618	13,9	15,4	1.608	23,8	43,5	1.905	6,4	10,8
1.556	10,2	19,7	1.528	17,7	46,2	1.953	8,6	18
1.552	9,1	12,6	1.518	17,4	51,7	1.899	2,1	12,1
1.573	10,7	17,2	1.530	20	44,9	1.873	5,5	13,8
1.570	10,3	20,6	1.576	40,3	58,2	1.865	4,3	9,3
1.834	15,1	20,8	1.563	32,2	46,5	1.921	2,7	8,3
1.575	7,8	17,1	1.645	33	65,4	1.941	5,7	9,2
1.648	7,9	16,6	1.618	53,2	60,3	1.927	10	12,8
1.550	"	24,2	1.550	32	38,9	1.932	13,5	21,3
1.583	7,1	19,9	1.632	28,6	49,4	1.915	2,8	10,6
1.600	4,3	14,5	1.596	7,2	39,1	1.928	11,2	15,7
1.640	10,8	19,5	1.605	17,8	49,9	1.938	2,1	9,2
1.637	7,0	20,5	1.617	35,2	55,4	1.890	4,2	10,6
<i>Moyennes</i>								
1.619	"	19,3	1.585	"	52,0	1.919	"	12,6

Les indications ci-dessus donnent lieu à diverses observations.

On voit tout d'abord que la densité varie d'un échantillon à l'autre ; et cependant, à la vue, ils semblent identiques. Les différences paraissent être en rapport avec le degré d'aggrégation des particules constituantes. La craie blanche ne contient que 2 à 3 p. 100 de magnésie, d'ar-

gile et de fer ; mais elle est intimement mélangée de sable siliceux, à grains très fins, et plus ou moins abondant suivant les lieux, comme Cuvier et Brongniart en ont fait la remarque dans leur *Description géologique des environs de Paris*. Telle est aussi l'une des causes des différences, celles-ci beaucoup plus grandes, que l'on remarque dans les valeurs de la charge à la suite de laquelle s'est déclarée la première fissure ou bien s'est produit l'écrasement total du cube soumis à la presse hydraulique.

Sous le rapport de l'eau de capillarité, tandis que la craie desséchée pèse, en moyenne, 1.585 kilogrammes par mètre cube, la craie immergée dans l'eau pendant quarante-huit heures en pèse 1.919. La différence, montant à 334 kilogrammes, représente le poids d'eau absorbée ; il forme 21 p. 100 de celui de la craie desséchée. Ainsi, dans les conditions de ces expériences, la craie immergée contient en moyenne une quantité d'eau remplissant le tiers de son volume.

A l'état naturel, cette substance ne présente, par rapport à la craie desséchée, qu'un faible excédent de poids de 34 kilogrammes par mètre cube ; par conséquent, elle ne contient guère plus de la dixième partie de l'eau qu'elle absorberait au bout de quarante-huit heures d'immersion.

C'est au point de vue de la résistance que les essais fournissent les renseignements les plus intéressants.

Il y a eu des écarts considérables dans la valeur de la charge sous laquelle est apparue la première fissure.

Les différences ont été moindres, au point de vue des charges qui ont produit l'écrasement total ; celles-ci ont varié cependant du simple au double et même un peu au-delà, dans chacune des séries d'essais, c'est-à-dire pour les échantillons soit imbibés d'eau, soit desséchés, soit à l'état naturel.

Mais on constate, du premier coup d'œil, que les chiffres indiquant la résistance de la craie desséchée sont beau-

coup plus élevés que ceux concernant la résistance de la craie à l'état naturel et de la craie imbibée d'eau, de cette dernière surtout.

On trouve, en effet, comme moyenne, pour la charge par centimètre carré ayant amené l'écrasement total, des chiffres bien différents :

Pour la craie desséchée.....	52	kilogrammes
— à l'état ordinaire..	19,3	—
— imbibée d'eau....	12,6	—

L'eau absorbée par la craie de Bougival lui a donc fait perdre les *trois quarts* de sa résistance. En présence de cet énorme écart, l'ingénieur des Mines du département de Seine-et-Oise était d'avis d'admettre que les piliers naturels de la carrière dans laquelle les échantillons avaient été prélevés contenaient une quantité d'eau intermédiaire entre la siccité et la saturation, et calculait leur résistance sur le pied de 32 ou 33 kilogrammes par centimètre carré, moyenne des nombres 52 et 12,6 précédemment cités. Dans ces conditions, ils paraissaient présenter une sécurité complète, tandis qu'ils offraient une épaisseur tout à fait insuffisante, eu égard à la profondeur de la carrière (qui était de plus de 50 mètres) et conséquemment du danger d'effondrement, dans le cas où l'on adoptait une résistance de 12^{kg},6 seulement. La question avait donc une grande importance (*).

Nous avons pensé qu'il était indispensable, avant de formuler une conclusion à cet égard, de rechercher quelle était effectivement dans la carrière la teneur en eau de

(*) Nous avons posé les principes du calcul de la charge des piliers souterrains dans deux notices publiées dans les *Annales des Mines*, savoir : *Consolidation des carrières souterraines sous l'emplacement des réservoirs de Montrouge* (livr. de mars-avril 1877) ; *Consolidation des carrières souterraines sous le prolongement du chemin de fer de Sceaux dans Paris* (livr. d'août 1895).

48 SATURATION HYGROMÉTRIQUE DE L'ÉCORCE DU GLOBE

la craie qui constituait ces piliers. On aurait ensuite procédé, en cas de besoin, à des essais de résistance, à l'aide de la presse hydraulique, sur des échantillons imbibés préalablement, au laboratoire, de la quantité exacte d'eau qu'ils contenaient sur place, en souterrain.

Saturation hygrométrique de la craie dans les carrières souterraines de Bougival. — Afin d'être renseigné le plus exactement possible, nous avons fait peser, à l'aide d'une balance portative, *dans la carrière même*, 6 échantillons de craie, prélevés en différents points, aussitôt après qu'on les eût détachés de la masse à laquelle ils appartenaient.

Transportés au laboratoire, ces échantillons ont été pesés une seconde fois, le 3 juin 1888, après une dessiccation à l'air libre prolongée pendant deux mois.

Ensuite ils ont été de nouveau pesés à deux reprises : 1° après quelques minutes d'immersion dans l'eau ; 2° après quatre jours de séjour dans l'eau. Les résultats ont été les suivants :

N ^o D'ORDRE des échan- tillons	ANNÉE de l'ouverture de la GALERIE	POIDS DES ÉCHANTILLONS				DIFFÉRENCE entre LES POIDS constatés en carrière et après dessiccation	EAU de CARRIÈRE p. 100 parties de craie sèche
		dans la carrière	après dessic- cation	après une courte immer- sion	après immer- sion pendant 4 jours		
		grammes	grammes	grammes	grammes	grammes	
1	1881	320	238	502	305	82	34,4
2	1884	565	464	540	550	101	21,8
3	1887	260	206	247	250	54	26,2
4	1874	290	227	270	280	63	27,7
5	1852	255	211	244	246	44	20,8
6	1885	300	240	272	290	54	20,5

On voit que quelques minutes d'immersion ont suffi pour

faire absorber à la craie la majeure partie, mais non l'intégralité de l'eau que contenaient les échantillons dans la carrière et qu'une dessiccation prolongée leur avait fait perdre. Les mêmes échantillons, immergés de nouveau pendant quatre jours, ont encore absorbé un peu d'eau. Néanmoins, tous les poids inscrits dans la sixième colonne demeurent inférieurs à ceux qui correspondent aux pesées effectuées dans la carrière. Pour obtenir l'équivalence, il aurait fallu, comme nous nous en sommes assuré ultérieurement, prolonger l'immersion pendant une douzaine de jours encore, parce que l'imbibition se fait de plus en plus lentement à mesure qu'on approche du point de saturation (*).

• Bien que l'imbibition n'ait pas été poussée à son extrême limite, les expériences ci-dessus montrent bien que la craie de Bougival est entièrement saturée d'eau dans le sein de la terre. L'eau y forme, en moyenne, 25,2 p. 100 du poids de la craie sèche.

D'ailleurs, comme il résulte des chiffres donnés précédemment, dans un gisement souterrain la proportion d'eau de carrière varie sensiblement d'un point à un autre, ce qui prouve que la craie est loin d'avoir le degré d'ho-

(*) Nous avons fait, plus tard, l'expérience suivante sur un bloc de craie sèche pesant 1^{re},539, provenant des Moulineaux (Seine). Au bout de quatre jours et demi d'immersion dans l'eau, il pesait 1^{re},910, et au bout de douze autres jours 1^{re},920, son poids ayant augmenté, dans cette période, de 10 grammes, soit de 1/2 p. 100. Nous l'avons ensuite plongé dans de l'eau maintenue bouillante pendant deux heures, afin de chasser l'air qui pouvait rester emprisonné dans les pores de la craie, en suivant le procédé qu'a préconisé la *Commission des méthodes d'essai des matériaux de construction*, instituée par le décret du 9 novembre 1891. Son poids, après séjour dans l'eau refroidie et dans un état qui est considéré comme correspondant à la saturation complète, s'est élevé à 1^{re},922.

Dans cet échantillon, l'eau imbibée constitue 24,9 p. 100 du poids de la substance sèche, chiffre très voisin de ceux que des recherches moins précises nous ont donnés pour la craie de Bougival, mais cependant légèrement inférieur à leur moyenne. Le calcul effectué en prenant 1^{re},910 comme point de départ, au lieu de 1^{re},922, donnerait 24,1 seulement, soit une différence de 0,8 p. 100 de la craie sèche.

mogénéité que son apparence tend à lui faire attribuer.

Dans toute la carrière, la masse s'est montrée saturée d'humidité. Les échantillons n° 4 et n° 5 ont été pris, en effet, auprès de deux puits, dont le premier sert à l'aérage, et le second à l'extraction : leur saturation n'est pas moins complète que celle des échantillons prélevés dans d'autres endroits, éloignés de toute communication avec le jour. L'ancienneté des chantiers ne joue non plus aucun rôle. Aucune trace de dessiccation causée par le temps ne s'est fait sentir depuis que la masse crayeuse a été fouillée par la main de l'homme, dans la carrière dont il s'agit.

Divers essais de résistance exécutés sur la craie desséchée ou saturée d'eau. — A l'appui des recherches précédentes nous citerons quelques expériences sur la craie des carrières des Moulineaux (commune d'Issy, département de la Seine), auxquelles s'est livré, en 1876, l'un de nos prédécesseurs, Tournaire, alors inspecteur général des carrières de la Seine, en collaboration avec Michelot, ingénieur en chef des Ponts et Chaussées. Elles sont consignées dans une note inédite.

Les échantillons étaient taillés sous forme de cubes de 1 décimètre de côté. Les uns étaient complètement desséchés dans une étuve où la température dépassait de beaucoup 100°, sans atteindre jamais le rouge. D'autres étaient complètement humectés.

La moyenne de six essais a donné, pour la craie saturée, une quantité d'eau égale en volume à 386 décimètres cubes par mètre cube, et égale en poids à 24,3 p. 100 de la craie desséchée.

La craie des Moulineaux est donc tout à fait analogue, comme porosité, à celle de Bougival. Cependant sa résistance à l'écrasement s'est montrée supérieure tant à l'état sec qu'après imbibition. Elle a été la suivante :

SATURATION HYGROMÉTRIQUE DE L'ÉCORCE DU GLOBE 51

	Craie desséchée kilog.	Craie saturée kilog.
Charge par centimètre carré, ayant amené l'écrasement total.....	86,2	18,6
Nombre des essais.....	2	6

D'après ces chiffres, la résistance de la craie saturée d'eau n'atteint pas le quart de celle de la craie bien desséchée, et la diminution de résistance est sensiblement la même pour les échantillons prélevés par Tournaire aux Moulineaux et pour ceux que nous-même avons fait tirer de la carrière de M. Pointelet, à Bougival.

Delesse, dans quelques essais du même genre auxquels il s'est livré, a trouvé pour la craie d'une carrière (non désignée), située à Issy, les chiffres suivants :

	Charge d'écrasement par centimètre carré kilog.
Craie desséchée	36,4
— à l'état naturel.....	23,6
— imbibée d'eau.....	12,9

Ici la résistance s'est abaissée au tiers, à peu de chose près.

Des variations se constatent sous ce rapport suivant les bancs et suivant les localités.

Ainsi, deux essais, exécutés en mai 1894, sur des échantillons de craie provenant de la carrière de M^{me} V^{te} Motte à Bougival, par M. Janet, ingénieur des Mines, après imbibition d'eau, ont produit l'écrasement sous des charges de 23,9 et de 36,9 kilogrammes, chiffres très supérieurs à ceux que nous avons précédemment cités.

Différences que présente la résistance de la craie suivant le sens de la compression. — Les écarts considérables constatés entre les charges limites, suivant les échantillons soumis aux épreuves, paraissent dus en partie à la con-texture des échantillons eux-mêmes ; ils peuvent encore avoir d'autres causes.

52 SATURATION HYGROMÉTRIQUE DE L'ÉCORCE DU GLOBE

Il intervient, en effet, une particularité dont personne jusqu'à présent ne semble avoir tenu compte et qu'il convient de signaler.

La craie qu'on exploite dans le bassin de Paris, et qui fournit le blanc dit de Meudon, offre une homogénéité apparente des plus remarquables : il est impossible d'y distinguer, en l'absence de silex, des lits de stratification. En conséquence, les cubes, qu'on a taillés pour procéder aux essais, ont été soumis à la compression sans avoir égard au lit ou au délit. Nous avons pensé que cette circonstance pouvait influencer sur la valeur de la charge d'écrasement; et, pour nous en assurer, nous avons fait prendre dans la carrière Motte, dont il vient d'être question, 6 échantillons de craie, avec des marques soigneusement faites dans le chantier d'extraction même pour indiquer le lit et le délit. Ces échantillons ont été réduits par la taille sous la forme de cubes de 1 décimètre de côté, en conservant les marques précitées.

Après imbibition d'eau, les 6 cubes ainsi dressés ont été soumis à la presse hydraulique, le 3 juillet 1894, en notre présence et sous les yeux de M. Janet que nous avions invité à venir assister à ces essais. Les résultats ont été concluants, comme le montrent les chiffres ci-dessous.

		Échantillons comprimés	
		de lit en lit kilog.	en délit kilog.
Charge de rupture par centimètre carré.		35	21,7
—	—	27,4	19,0
—	—	27,6	19,6
	Moyennes.....	30,0	20,1

Le sens dans lequel s'exerce la compression joue donc un rôle considérable ; et il était intéressant de le constater dans une substance où l'œil ne distingue pas le lit du délit.

M. Janet a fait, l'année suivante, d'autres recherches similaires sur des échantillons provenant des crayères de Bougival, de Meudon et de Port-Marly : elles ont pleinement confirmé les résultats de nos propres expériences.

Il faudra donc, dorénavant, quand on procèdera à des essais de résistance à l'écrasement, avoir soin de placer les échantillons de craie sur leur lit, comme on le fait, naturellement et sans difficulté spéciale, pour les pierres de taille.

Saturation hygrométrique du calcaire grossier dans les carrières souterraines de la Seine. — Nos investigations, en ce qui touche l'eau de carrière, ont d'abord porté sur la craie, et nous en avons rendu compte dans un précédent paragraphe ; nous les avons ensuite étendues au calcaire grossier et au gypse, dont l'exploitation se fait souterrainement dans le bassin de Paris.

Le tableau suivant contient les résultats des pesées pratiquées sur 6 échantillons de calcaire grossier, d'abord dans la carrière, aussitôt après leur détachement de la masse de pierre, ensuite après un séjour de dix journées dans un local sec, enfin après immersion dans l'eau. Pour suivre la marche de l'imbibition, les pesées ont été renouvelées sur chaque échantillon au bout de deux, cinq et vingt et un jours. La densité a été déterminée directement pour chacun d'eux.

Ils ont été extraits d'anciennes carrières abandonnées, qui existent sous la ville de Paris, savoir :

N° 1 et 2, sous le Palais du Trocadéro, à une profondeur d'environ 12 mètres ;

N° 3 et 4, sous la rue du Château-des-Rentiers, à 15 mètres de profondeur ;

N° 5 et 6, sous l'Hospice La Rochefoucault, à 19 mètres de profondeur.

54 SATURATION HYGROMÉTRIQUE DE L'ÉCORCE DU GLOBE

N ^{os} D'ORDRE des échan- tillons	POIDS DES ÉCHANTILLONS					DIFFÉRENCE entre les poids constatés en carrière et après dessiccation	EAU de CARRIÈRE pour 100 parties de calcaire sec	DENSITÉ de la roche saturée d'eau
	dans la carrière	après dessic- cation	APRÈS IMMERSION DANS L'EAU PENDANT					
			2 jours	5 jours	21 jours			
	grammes	grammes	grammes	grammes	grammes	grammes		
1	353,8	305,9	347,5	345,5	348	47,9	15,6	2,2
2	418	383,1	404	405	409	34,9	9,1	2,3
3	407	380,8	409	411	416	26,2	6,9	2,1
4	448,5	414,3	452	455,5	461	34,2	8,2	2,1
5	452	422,2	441,5	442	444	29,8	7,0	2,3
6	517	496,2	507	508	508,5	20,8	4,2	2,5

En comparant les chiffres du tableau ci-dessus, on reconnaît que les échantillons n^{os} 1, 2, 5 et 6 n'ont pu réabsorber, au bout de vingt et un jours d'immersion, la quantité d'eau qu'ils contenaient dans l'intérieur de la terre.

On doit en inférer qu'en place ils étaient absolument saturés.

Pour les échantillons 3 et 4, on constate une légère différence en sens inverse ; l'écart semble devoir être attribué à un fort courant d'air qui règne dans la galerie d'inspection existant sous la rue du Château-des-Rentiers, galerie dans laquelle les deux échantillons ont été prélevés. Néanmoins, le calcaire s'est montré là très voisin de la saturation.

Si, pour faire la part des erreurs d'observation, on additionne les résultats obtenus pour les dix échantillons, on obtient les nombres suivants :

Poids en carrière.....	2.596 ^{gr} ,3
Poids après immersion dans l'eau pen- dant 21 jours.....	2.585 ,5

Il y a un excédent en faveur du poids en carrière.

Nous avons ensuite procédé, d'une autre façon, à une seconde série d'expériences sur des échantillons de calcaire grossier tirés de carrières souterraines en exploitation situées dans la banlieue de Paris, savoir : les n° 1 et 2 de la carrière dite « Les Pierrelets », située à Châtillon-sur-Seine, à 47 mètres de profondeur; les n° 3 et 4 de la carrière dite « Les Roissis », située à Clamart, à 35 mètres de profondeur.

Ils ont été pesés dans la carrière; puis, après avoir été maintenus pendant deux heures et demie dans de l'eau bouillante, et aussitôt après, pendant une journée, dans l'eau froide, ils ont été soumis à une nouvelle pesée.

Les résultats obtenus par cette seconde méthode sont les suivants :

NUMÉROS DES ÉCHANTILLONS	POIDS DANS LA CARRIÈRE	POIDS APRÈS IMMERSION DANS L'EAU
	GRAMMES	GRAMMES
1	379,2	382
2	473,9	485
3	510	508
4	510,5	507

Comme on voit, la saturation en souterrain est complète pour les deux derniers échantillons, et très approchée pour les deux premiers.

Saturation hygrométrique du gypse dans les carrières souterraines de la Seine. — Nous sommes arrivés à des constatations analogues en opérant sur des échantillons de gypse provenant de carrières souterraines exploitées à Bagneux-sur-Seine (n° 1 et 2) et à Châtillon-sur-Seine (n° 3 et 4).

La dessiccation à l'air libre a duré seize jours.

L'immersion n'a pas été prolongée au-delà de huit jours, parce qu'on a reconnu que le poids constaté une première

56 SATURATION HYGROMÉTRIQUE DE L'ÉCORCE DU GLOBE

fois, au bout de trois jours, tendait plutôt à diminuer qu'à augmenter, par l'effet de la dissolution d'une petite quantité de sulfate de chaux dans l'eau.

Les résultats des expériences sont réunis dans le tableau suivant :

N° D'ORDRE des échan- tillons	POIDS DES ÉCHANTILLONS				DIFFÉRENCE entre LES POIDS constatés en carrière et après dessiccation	EAU de carrière p. 100 parties de gypse sec	DENSITÉ de LA ROCHE saturée d'eau
	dans la carrière	après dessic- cation	APRÈS IMMERSION DANS L'EAU PENDANT				
			3 jours	8 jours			
	grammes	grammes	grammes	grammes	grammes		
1	322,5	280	323	322	42,5	15,2	2,0
2	370	358	371	371	12	3,4	2,25
3	449,5	420	448	447	29,5	7,0	2,23
4	393	377	395	395	16	4,2	2,20

La comparaison du poids des échantillons : 1° dans la carrière, 2° après qu'on les avait saturés d'eau au laboratoire, indique des différences insignifiantes, variant de 1/2 à 2 grammes, en plus ou en moins. D'où il ressort que les bancs de gypse de Bagneux et de Châtillon sont saturés naturellement, avant leur extraction.

La proportion d'eau varie d'ailleurs beaucoup suivant les couches.

État hygrométrique des roches exploitées à ciel ouvert.

— Nous n'avons pas pratiqué de recherches analogues sur les roches exploitées à ciel ouvert; et le motif en est facile à comprendre.

Les échantillons qu'on se procurerait seraient dans un certain état de dessiccation, à cause du contact prolongé du front de masse avec l'air ambiant.

Mais, si les roches dont nous parlons ne sont pas satu-

rées d'eau, elles sont néanmoins humides. Car la terre l'est elle-même à une faible profondeur au-dessous du sol, comme le savent bien les agriculteurs. La dessiccation, sous l'influence des rayons solaires et de l'évaporation, est purement superficielle.

Si l'on creuse un puits dans n'importe quel terrain, on rencontre une humidité d'autant plus grande qu'on descend davantage. La profondeur à laquelle la saturation d'eau est complète varie suivant différentes circonstances, notamment suivant le degré de perméabilité des assises dont le terrain se compose.

Nous nous en référons, sur ce point, aux recherches de Delesse, précédemment rapportées.

Eau de mine. — Les expériences précédentes tendent à montrer qu'à 15 ou 20 mètres de la surface on rencontre des bancs saturés d'eau, et que tel est, en général, l'état hygrométrique des matériaux que l'on exploite dans les carrières souterraines.

Il doit en être naturellement de même pour les produits des mines.

A cet égard nous ne pouvons présenter que les résultats suivants. M. Coste, ingénieur des Mines à Saint-Étienne et M. Porta, contrôleur sous ses ordres, ont bien voulu nous adresser, sur notre demande, deux échantillons de houille n° 1 et n° 2 et deux échantillons du nerf adjacent qu'ils ont prélevés lors de l'abatage, dans deux chantiers des houillères de Beaubrun (puits Montmartre n° 1, 3° et 6° couches), aux profondeurs de 80 et de 175 mètres. Faute de pouvoir descendre dans la mine une balance assez sensible, sans risquer de l'endommager, les pesées ont eu lieu au jour dans le laboratoire de la mine.

Malgré cette dérogation au programme que nous avions tracé, les résultats, qui doivent être considérés comme approximatifs, sont intéressants.

58 SATURATION HYGROMÉTRIQUE DE L'ÉCORCE DU GLOBE

Après leur première pesée sur place, les échantillons, expédiés à Paris, ont été pesés : 1° dans un air sec ; 2° après ébullition dans l'eau pendant deux heures et demie et immersion consécutive dans l'eau froide pendant trois jours et demi. Les poids constatés dans les trois cas ont été les suivants :

NUMÉROS des ÉCHANTILLONS	POIDS au sortir DE LA HOUILLÈRE	POIDS A L'ÉTAT SEC	POIDS APRÈS IMMERSION dans l'eau
Houille n° 1.....	96 ^{gr} ,8	95 ^{gr} ,1	97 ^{gr} ,9
— n° 2.....	105 ,67	105 ,0	106 ,0
Nerf n° 1 <i>bis</i>	87 ,0	86 ,2	87 ,0
— n° 2 <i>bis</i>	110 ,43	109 ,7	110 ,6

Les poids de la dernière colonne étant ceux des échantillons saturés d'eau, on voit, si l'on en rapproche les poids qu'on a constatés au sortir du puits de la mine, que les nerfs intercalés dans la couche de houille sont saturés ; et que la houille ne semble pas éloignée de l'être également.

Une certaine dessiccation s'opérant nécessairement au front du chantier, par suite du contact avec un air fréquemment renouvelé et chaud, on doit admettre, pensons-nous, que la houille est saturée d'eau, aussi bien que les nerfs adjacents, dans l'intérieur des couches.

Les deux échantillons n° 1 et n° 2, soumis ultérieurement à une dessiccation artificielle prolongée pendant dix-huit heures sur un fourneau à gaz, de façon à éviter la distillation, ont accusé respectivement des poids de 94 grammes et de 103^{gr},8 qui, comparés à ceux de 97,9 et de 106, lesquels correspondent à la saturation, décèlent une proportion d'eau de 4 p. 100 dans le premier échantillon appartenant à la 3^e couche, et de 2 p. 100 seulement dans le second, appartenant à la 6^e.

Comme on le voit, la notion de l'eau de carrière comporte une extension : il y a aussi de l'eau de mine.

Avant de passer à un autre sujet, nous devons mentionner ici que M. Dunkel, contrôleur principal des Mines, nous a prêté son concours, de la façon la plus large, pour les pesées exécutées dans notre laboratoire, en vue de ces dernières recherches, et surtout pour celles, beaucoup plus nombreuses, relatives à la craie, au calcaire grossier et au gypse, dont nous avons précédemment donné le détail.

Essais de résistance exécutés à l'École Nationale des Ponts et Chaussées, sur les pierres de taille sèches ou imbibées d'eau.

— Toutes les substances poreuses qui constituent l'écorce terrestre contiennent de l'eau ; et elles en sont saturées, si aucune cause particulière, comme la proximité du sol, que les rayons solaires tendent à dessécher, n'en provoque l'évaporation.

Dès lors, on peut déterminer la quantité maxima d'eau de carrière que peuvent contenir les différentes substances minérales, par des expériences de laboratoire, en comparant les poids successifs d'un échantillon sec et du même échantillon imbibé d'eau. Si la saturation n'est pas complète, lors de la pesée, l'erreur commise est minime, pourvu que l'immersion ait été prolongée pendant un jour ou deux.

Des déterminations de ce genre ont été faites par le *Service des essais et recherches statistiques sur les matériaux de construction*, annexe de l'École Nationale des Ponts et Chaussées.

Le Répertoire des Carrières de pierre de taille exploitées en 1889, publié par le Ministère des Travaux publics et dressé par les soins de MM. Durand-Claye et Debray, donne la résistance à l'écrasement par centimètre carré d'un très grand nombre de variétés de pierres de taille.

Pour ne parler que de ce qui concerne notre sujet, on y trouve la densité, à l'état sec et à l'état, sinon d'entière

NUMÉROS D'ORDRE	DÉSIGNATION des CARRIÈRES	NATURE ET GISEMENTS des PIÈRES DE TAILLE	POIDS MOYEN DU MÉTRE CUBE S. sec. — M. imbibé d'eau	NOMBRE D'ESSAIS	RÉSISTANCE A L'ÉCRASEMENT par centimètre carré			EAU ABSORBÉE		RAPPORT DES DEUX RÉSISTANCES $\frac{R'}{R}$
					Minima	Maxima	Moyenne	EN VOLUME Nombre de la pièce par mètre cube	EN POIDS p. 100 de la pièce sèche	
1	Aisne.	Carrière du Foie-Rouge ou du Château, commune de La Ferté-Milon. <i>Id.</i>	Calcaire à grain fin un peu (tertiaire-écène), 1 ^{er} banc. <i>Id.</i> , 2 ^e banc.	2 1	784 "	799 "	791 R 666 R'	27 141	1,13 6,5	0,84 1,00
2				2	344	348	345 R 345 R'	376	25,4	0,84
3	Commune de Vassens.	Vergé et banc royal (tertiaire-écène).	Calcaire blanc à grains fins (tertiaire-écène).	4	40	51	52 R 47 R'	357	24,7	0,63
4	Commune de Collégis.	Calcaire blanc à grains fins (tertiaire-écène).	Calcaire blanc à grains fins (tertiaire-écène).	4	31	36	33 R 33 R'	379	25,6	0,95
5	Commune de Sermoise.	Calcaire blanc à grains fins (tertiaire-écène).	Calcaire blanc à grains fins (tertiaire-écène).	4	29	45	36 R 36 R'	356	23,8	0,90
6	Commune de Vierz.	Calcaire blanc jaunâtre à grains fins (tertiaire-écène).	Calcaire blanc jaunâtre à grains fins (tertiaire-écène).	4	43	47	45 R 45 R'	383	28,0	0,79
7	Commune de Billy-sur-Aisne.	Calcaire blanc jaunâtre à grains fins (tertiaire-écène).	Calcaire blanc jaunâtre à grains fins (tertiaire-écène).	4	23	36	30 R 30 R'	252	16,1	0,62
8	Commune de Crouy.	Calcaire blanc jaunâtre à grains fins (tertiaire-écène).	Calcaire blanc jaunâtre à grains fins (tertiaire-écène).	4	39	50	43 R 43 R'	102	4,0	0,90
9	Commune d'Airy.	Calcaire à grains fins blanc jaunâtre (tertiaire-écène).	Calcaire à grains fins blanc jaunâtre (tertiaire-écène).	3	167	384	293 R 293 R'	340	22,6	0,76
10	Commune de Laversine.	Calcaire coquillier, grain fin gris pâle (tertiaire-écène).	Calcaire coquillier, grain fin gris pâle (tertiaire-écène).	4	41	47	45 R 45 R'	279	17,1	0,74
11	Commune de Rensous-le-Long.	Calcaire blanchâtre poreux à grains fins (tertiaire-écène).	Calcaire blanchâtre poreux à grains fins (tertiaire-écène).	4	74	91	81 R 81 R'	256	14,1	0,76
12	Ardennes.	Calcaire jaune sablonneux, grain moyen (jurassique-oolithe inférieure).	Calcaire jaune sablonneux, grain moyen (jurassique-oolithe inférieure).	0	112	132	116 R 116 R'	218	11,3	0,54
13	Commune de Dom-le-Menil.	Calcaire à grains fins clair (jurassique-oolithe inférieure).	Calcaire à grains fins clair (jurassique-oolithe inférieure).	6	76	108	88 R 88 R'	272	14,5	0,70
14	Communes de Caen, de Vieux et de Brétville-sur-Odon.	<i>Id.</i>	<i>Id.</i>	7	80	157	110 R 110 R'	78	3,23	0,94
15	Commune de Saint-Pierre-Cantal.	Calcaire blanc à grains fins compact (jurassique-oolithe inférieure).	Calcaire blanc à grains fins compact (jurassique-oolithe inférieure).	4	267	377	323 R 323 R'			

SATURATION HYGROMÉTRIQUE DE L'ÉCORCE DU GLOBE 61

19	Dordogne.	Commune de La Chapelle-Paillard.	Calcaire à radiolites, blanc latéux (ordalac) 7,700 R (supérieur).	4	28	36	155 R.	290	16,5	0,83
19	Eure.	Commune de Caumont.	Calcaire à radiolites, blanc latéux (ordalac) 1,065 S (supérieur).	6	43	90	73 R.	445	22,9	0,47
20	Haute-Garonne.	Commune de Belbèze.	Calcaire grisâtre à grains fins (ordalac) 1,815 S (supérieur).	7	129	175	145 R.	210	13,5	0,85
21		Commune de Belbèze.	Calcaire marneux compact (ordalac supérieur) 2,220 S (supérieur).	6	77	117	94 R.	129	5,8	0,79
22		Commune de Casagne.	Calcaire gréseux, grain assez fin (tertiaire-éocène) 2,050 S (supérieur).	4	372	440	401 R.	114	7,0	0,62
23	Gironde.	Commune de Cénac.	Calcaire jeune friable, grain grossier 1,557 S (tertiaire-miocène).	16	30	46	35 R.	287	18,4	0,80
24	Lot-et-Garonne.	Commune de Fumel.	Calcaire celluleux, durissant à l'air (crétacé-tertiaire) 1,913 S (supérieur).	8	63	95	81 R.	170	8,9	0,78
25	Meuse.	Commune de Savonnières-en-Perthois.	Calcaire oolithique et coquillier (jurasque-oolithique supérieur) 1,879 S (supérieur).	490	37	201	94 R.	203	12,1	0,76
26		Commune de Brauvilliers.	Calcaire oolithique vacuaire (jurasque-oolithique supérieur) 2,033 S (supérieur).	137	22	197	71 R.	227	12,6	0,80
27	Oise.	Commune de Laigneville.	Calcaire blanc jaunâtre à grains assez fins (tertiaire-éocène) 1,917 M (supérieur).	48	65	151	116 R.	288	17,7	0,67
28		Commune de Rouseloy.	Calcaire blanc à grains fins (tertiaire-éocène) 1,813 M (supérieur).	15	56	85	72 R.	204	20,4	0,61
29		Communs de St-Maximin.	Calcaire blanc, roche royale (tertiaire-éocène) 2,285 M (supérieur).	7	35	65	51 R.	307	7,9	0,96
30		Id.	Calcaire blanc, banc royal (tertiaire-éocène) 1,960 M (supérieur).	3	239	292	267 R.	167	13,8	0,69
31		Commune de Sentis.	Calcaire blanc grisâtre, grains très fins (tertiaire-éocène) 2,504 M (supérieur).	14	82	118	97 R.	238	4,5	0,87
32	Sarthe.	Commune de Villaines-la-Carelle.	Calcaire oolithique crayeux (jurasque-oolithique inférieur) 1,982 M (supérieur).	7	681	1140	885 R.	97	13,0	0,82
33	Vaucluse.	Commune de Menerbes.	Calcaire blanc un peu crayeux (tertiaire-miocène) 2,031 M (supérieur).	8	615	917	770 R.	225	13,4	0,82
34		Commune d'Oppède.	Id.	3	60	96	78 R.	224	14,7	0,85
35	Yonne.	Commune de Charentenay.	Calcaire oolithique un peu crayeux (jurasque-oolithique moyen) 2,196 S (supérieur).	4	128	138	131 R.	274	15,2	0,90
36		Commune de Courson.	Calcaire oolithique un peu crayeux (jurasque-oolithique moyen) 2,188 S (supérieur).	4	171	274	263 R.	290	14,3	0,78
37		Commune de Merry-Sec.	Calcaire oolithique blanc (jurasque-oolithique moyen) 2,092 M (supérieur).	35	80	159	116 R.	271	13,5	0,77
38		Commune de Molesmes.	Calcaire oolithique un peu crayeux (jurasque-oolithique moyen) 2,116 M (supérieur).	10	91	101	100 R.	249	14,6	0,79
39		Commune de Taingy.	Id.	12	83	132	96 R.	270	13,4	0,78
40		Commune de Cravant.	Id.	6	97	88	76 R.	226	12,1	0,82
41		Commune de St-Vincent.	Id.	7	90	130	114 R.	269	15,1	0,77

saturation, du moins d'imbibition prolongée, de 41 pierres calcaires provenant des carrières de 14 départements, et la résistance correspondante.

Nous avons extrait ces dernières indications du *Répertoire*, et nous les avons réunies dans le tableau ci-dessus, que nous croyons utile de publier, en y ajoutant : 1° la proportion d'eau en volume et en poids, que les pierres soumises aux essais ont absorbée; 2° le rapport de la résistance moyenne qu'elles ont offerte à l'écrasement, dans les deux états d'imbibition et de siccité naturelle.

Dans ces essais, la dessiccation avait lieu à une température comprise entre 30 et 40° C.

Observations sur la densité, la porosité, la résistance des pierres de taille. — La lecture de ce tableau suggère différentes observations.

Bien que toutes les pierres de taille soumises aux essais aient sensiblement la même composition chimique, puisqu'elles sont constituées par du carbonate de chaux, en négligeant les impuretés qui s'y trouvent mêlées en petite quantité, leur densité diffère considérablement, et en même temps, mais en sens contraire, leur porosité ou bien la quantité d'eau qu'elles absorbent, si l'on veut s'exprimer plus exactement.

Ainsi, pour ne prendre que les extrêmes, le calcaire à grains très fins de Senlis (Oise), qui pèse 2.407 kilogrammes par mètre cube, n'a absorbé, lors des essais, que 97 litres d'eau par mètre cube ou 4,5 p. 100 de son poids, tandis que le calcaire de Billy-sur-Aisne (Aisne) à grains fins, pesant seulement 1.373 kilogrammes, a absorbé 383 litres d'eau, soit 28 p. 100.

D'ailleurs, la craie de Chancelade (Dordogne) pesant bien davantage (1.945 kilogrammes) a montré un pouvoir absorbant exceptionnel de 445 litres en volume, auxquels correspond un poids proportionnel de 22,9 p. 100

de la craie sèche. C'est que la craie, comme on l'a vu précédemment, a tout particulièrement le don d'absorption.

Les chiffres extrêmes relatifs à la proportion d'eau qu'ont absorbée les pierres de taille soumises à ces essais sont les suivants : 1,13 p. 100 (calcaire de La Ferté-Milon) et 28 p. 100 (pierre de Billy-sur-Aisne précédemment citée). Beaucoup de ces pierres ont absorbé plus de 10 p. 100 d'eau.

Si l'on calcule la moyenne des 41 résultats inscrits dans l'avant-dernière colonne du tableau, on obtient le chiffre de 14 p. 100.

— La résistance à sec offre un lien évident avec la densité. La pierre de Senlis résiste à la pression de 885 kilogrammes par centimètre carré ; mais c'est là un chiffre exceptionnellement élevé. Le calcaire de Saint-Pierre-Canivet (Calvados), qui pèse presque autant (2.403 kilogrammes). et qui n'absorbe que 3,2 p. 100 d'eau, s'écrase sous 323 kilogrammes ; la craie de Chancelade, sous 155 ; le calcaire de Billy-sur-Aisne, sous 38 ; et, de même, celui de Sermoise, qui pèse 1.455 kilogrammes par mètre cube, c'est-à-dire un peu plus que le précédent.

D'une façon générale, la résistance à sec croît très vite avec la densité.

La progression n'est pas celle qu'ont indiquée Claudel et Laroque (*Pratique de l'art de construire*), au dire desquels la résistance serait proportionnelle au cube de la densité. Un examen détaillé que nous avons fait de la série des essais consignés dans le *Répertoire* nous permet de conclure qu'elle augmente beaucoup plus rapidement.

— Quant à la diminution de résistance occasionnée par l'imbibition, elle n'est pas aussi variable qu'on pourrait le supposer.

Nous avons inscrit dans le tableau qui précède le rapport de la résistance de la roche imbibée d'eau à celle de

64 SATURATION HYGROMÉTRIQUE DE L'ÉCORCE DU GLOBE

la roche sèche. Ce rapport est le plus souvent de 0,75 à 0,80, et la moyenne générale est de 0,77. Pour la craie de Chancelade, par exception, il tombe à 0,47. Rappelons, enfin, que nous l'avons trouvé de 0,25 pour la craie du bassin de Paris qu'il faut mettre à part.

Le plus souvent ce sont les pierres tendres, dont la densité est la moindre, qui présentent, à l'état d'imbibition aqueuse, la plus grande diminution de résistance à l'écrasement; mais ce n'est point là une règle absolue, autant qu'on peut en juger par les essais dont nous venons de nous occuper.

Somme toute, on reconnaît que les roches calcaires les plus denses, et nous pensons qu'il vaudrait mieux dire les plus dures, les plus difficiles à rayer, si les expériences ne faisaient pas défaut à cet égard, c'est-à-dire celles qui sont naturellement les moins poreuses, absorbent le moins d'eau. Ce sont les mêmes qui présentent la plus grande résistance. Toutefois il intervient dans la question d'autres facteurs que la densité, tels que le degré de pureté, d'aggrégation et d'homogénéité des roches, de sorte que l'échelle des densités diffère assez souvent de celle de la porosité et de celle de la résistance.

DEUXIÈME PARTIE.

Considérations physiques et géologiques.

Il est certain que toutes les roches contiennent de l'eau, en quantité variable suivant leur structure. Nous avons essayé de montrer qu'on les en trouve saturées quand on descend dans les entrailles de la terre. Mais le petit nombre des expériences exécutées à ce sujet et

la faible étendue des régions dans lesquelles elles ont été opérées ne permettraient pas de généraliser les résultats que nous avons obtenus et d'ériger en principe que l'écorce du globe est saturée d'eau hygrométrique, si cette saturation ne se trouvait confirmée par les considérations auxquelles on peut se livrer touchant la circulation des eaux souterraines et les conditions de la formation des couches sédimentaires.

Il est bon de préciser tout d'abord les notions les plus essentielles concernant la porosité et la perméabilité, en tenant compte des recherches effectuées sur l'eau d'imbibition ou sur l'eau de carrière des roches.

Porosité. — Les molécules constitutantes des corps solides ne sont pas jointives : elles sont séparées les unes des autres par des intervalles, comme le prouvent la dilatation ou bien inversement la contraction qui accompagnent les variations de la température. Toutefois, ce ne sont pas ces intervalles, excessivement petits, qui composent les pores et qui sont susceptibles de devenir le réceptacle de liquides imbibés. Les pores des corps solides forment un réseau d'un autre ordre de grandeur.

Leur existence se constate d'une façon si générale qu'on est surpris de voir le verre présenter une exception et se montrer impénétrable non seulement par les liquides, mais encore par les gaz, pour la plus grande commodité des chimistes.

Les ingénieurs des Ponts et Chaussées, envisageant la question à un point de vue pratique, définissent la porosité par le volume de l'eau que les pores sont susceptibles d'absorber. Si l'on consulte, en effet, les *Rapports de la Commission des méthodes d'essai des matériaux de construction*, instituée par un décret du 9 novembre 1891, on y lit : « La porosité d'une pâte ou d'un mortier a pour mesure le rapport du volume des vides que présente

cette pâte ou ce mortier, au volume apparent total, le vide comprenant le volume occupé par l'eau d'imbibition et par l'eau hygrométrique à l'exclusion de l'eau de combinaison, qui fait évidemment partie du plein (*). »

Pour obtenir l'imbibition complète des éprouvettes, la Commission préconise soit l'emploi du vide qui permet d'arriver rapidement à une élimination presque complète de l'air logé dans les pores, avant de pratiquer l'immersion, soit celui de l'eau bouillante grâce à laquelle les bulles d'air se dilatent et se dégagent. Elle fait d'ailleurs remarquer que, quelle que soit la durée de la dessiccation de l'éprouvette à l'air ambiant, l'eau hygrométrique (qui occupe 6 à 7 p. 100 du volume total dans les mortiers de ciment) ne peut être éliminée, de sorte que le remplissage des pores par l'air est imparfait. Cet inconvénient est atténué quand on recourt à l'étuve ; néanmoins, il subsiste quelque incertitude sur les chiffres exprimant la porosité.

Relation théorique entre la porosité et la densité. — Il existe entre la porosité d'une substance et sa densité une relation théorique très simple que nous allons établir..

Si l'on désigne par v le volume total des pores compris sous l'unité de volume d'un corps solide, par D sa densité à l'état naturel, par Δ la densité du même corps supposé réduit à l'état où sa compacité est à son maximum, on a nécessairement l'égalité :

$$(1 - v) \Delta = D,$$

dans laquelle le premier terme représente le poids de la matière compacte occupant le volume $1 - v$.

D'où :

$$v = 1 - \frac{D}{\Delta}.$$

(*) *Rapport général: Matériaux autres que les métaux*, t. 1: 1894.

Cette formule montre que la porosité augmente à mesure que la densité D diminue.

Il est à remarquer qu'elle ne cesse pas d'être vraie si Δ représente la densité d'une substance fortement agrégée, mais cependant plus ou moins éloignée de son maximum de compacité. Alors v exprime non la porosité totale, mais un degré de porosité relatif.

Porosité partielle, mesurée par le volume de l'eau d'imbibition. — Si l'on consulte le tableau, précédemment donné, des expériences qui ont été exécutées au laboratoire de l'École des Ponts et Chaussées sur les pierres de taille, on constate que, dans l'ensemble, quoique d'une façon assez souvent irrégulière, le volume d'eau imbibée va en augmentant si l'on considère les pierres essayées, en allant des plus denses aux plus légères.

Le volume par mètre cube de l'eau d'imbibition qu'on a constaté pour ces diverses pierres représente seulement une fraction de la porosité, comme on peut aisément s'en assurer.

En effet, si l'on calcule, au moyen de la formule $\Delta = \frac{D}{1-v}$, la densité Δ du *plein*, c'est-à-dire de la partie imperméable à l'eau, pour la série des pierres dont le tableau fournit le volume d'eau imbibée, on trouve que cette densité oscille autour de 2,50.

Elle est moindre dans les pierres légères ; ainsi elle ne dépasse pas 2,225 pour le calcaire de Billy-sur-Aisne. Au contraire, elle est plus grande dans les pierres lourdes, comme la pierre de Senlis où elle atteint 2,66. Mais elle demeure, dans tous ces calcaires, inférieure à la densité du spath-fluor (2,73) ou du marbre (2,8 à 2,9) qui sont les roches, de composition analogue, connues comme étant les plus compactes.

Porosité complémentaire de second ordre. — Il suit de là qu'il doit exister dans ces pierres des pores de diverses grandeurs, les uns susceptibles de s'imbiber d'eau, les autres imperméables à ce liquide, et que deux réseaux de pores peuvent être distingués sous le rapport de la faculté d'imprégnation : l'un de premier ordre, l'autre de second ordre.

Au premier correspond la porosité pour l'eau, telle que les recherches précédentes permettent de la déterminer.

Le second se compose de pores trop petits pour que les vésicules aqueuses puissent s'y loger à la pression ordinaire. Ils renferment sans doute des gaz, en général ; mais on ne sait pas si l'eau pourrait être amenée à les remplacer entièrement, même en usant du vide d'abord, des pressions les plus fortes ensuite.

Pour les calcaires légers, le fait que la densité du *plein* (de la partie imperméable) est faible et qu'en même temps l'absorption d'eau est grande, semble démontrer que les deux réseaux de pores dont nous venons de parler sont à la fois très développés dans ces pierres. En dehors des pores aquifères, elles doivent être criblées d'une multitude de pores extrêmement fins, et c'est à cette particularité qu'elles doivent sans doute d'être tendres, ce qui veut dire faciles à rayer, et de fournir par le broyage une poudre très fine.

Les pierres poreuses contiennent donc, pour ainsi dire, un *squelette* imperméable à l'eau, dont la densité et la finesse des pores doivent éprouver des variations plus ou moins grandes. Suivant que ces pierres sont tirées d'une localité ou d'une autre, suivant qu'elles appartiennent à telle ou telle formation géologique, suivant qu'elles sont imprégnées de plus ou moins de sable, d'argile, d'oxyde de fer, etc., le volume des pores aquifères et le volume complémentaire des pores non aquifères présentent un développement différent. On s'explique ainsi les diver-

gences qui peuvent se manifester dans les propriétés physiques de roches très analogues sous le rapport de leur densité apparente, et qui sont de nature à dérouter l'expérimentateur.

Perméabilité. — La perméabilité d'une substance est la facilité qu'elle présente à se laisser traverser par un liquide ou par un gaz. La pression exerce sur cette propriété un pouvoir d'accroissement bien connu.

Pour qu'un corps solide soit perméable, il faut d'abord qu'il soit poreux ; mais il peut être imperméable, tout en étant poreux. La perméabilité et la porosité ne vont pas de pair, et sont, dans une certaine mesure, indépendantes l'une de l'autre.

Ainsi, comme les ingénieurs des Ponts et Chaussées l'ont constaté dans les ports, l'eau de mer détruit, en s'y infiltrant, des mortiers imperméables dont la destruction même démontre la porosité.

La perméabilité est inverse de la résistance à la circulation interne. Cette résistance est en rapport avec la ténuité des vaisseaux capillaires ; elle dépend, en outre, du degré d'adhérence du liquide filtrant avec les parois de ces vaisseaux.

L'argile, qui est très poreuse, devient imperméable une fois qu'elle est saturée d'eau ; c'est parce qu'étant à grains extrêmement fins elle retient l'eau fortement. L'attraction capillaire est tellement puissante qu'elle ne permet pas à ce liquide de se déplacer, quand il remplit le réseau des pores, assimilable à une série de tubes de très petit diamètre.

Finalement on peut, semble-t-il, définir comme il suit le rôle que joue la dimension des pores dans le phénomène dont il s'agit.

Si les pores sont relativement grands, l'eau y pénètre et s'y déplace facilement : c'est le cas des corps très per-

méables. S'ils sont petits, ou bien l'eau n'y pénètre pas ; ou bien, après y avoir pénétré, elle s'y trouve retenue par l'effet de la capillarité, et la filtration ne se produit pas : de toute façon le corps est imperméable dans ce cas, quel que soit son degré de porosité.

Enfin, dans certaines substances, les pores ont des dimensions et un arrangement tels que la circulation de l'eau y est difficile, mais non impossible, et qu'elle peut être activée par l'effet d'une pression plus ou moins considérable.

La distinction des corps en perméables et imperméables, par rapport aux liquides ou bien aux gaz, a pour analogue leur division en corps transparents et en corps opaques, par rapport à la lumière, mais dans un autre ordre de grandeur.

L'épaisseur à traverser joue un rôle dans les deux cas : elle augmente la résistance à la circulation interne. Si les métaux eux-mêmes sont perméables, à l'état de plaques très minces, comme l'a fait voir la vieille expérience des académiciens de Florence, ils perdent cette propriété dès que l'épaisseur est sensible. Les chaudières à vapeur à haute pression en fournissent la meilleure preuve.

Terrains filtrants. — Nous avons essayé de faire comprendre que la perméabilité et la porosité sont des propriétés de la matière généralement indépendantes l'une de l'autre. Il en est surtout ainsi, lorsqu'il s'agit des bancs naturels qui composent les terrains et qui sont constitués par des particules, d'inégale grosseur, imparfaitement agrégées. Ces particules ne se trouvant pas en contact sur tous les points, on conçoit qu'il existe nécessairement entre elles des vides ou interstices communiquant les uns avec les autres et formant un réseau de canaux. Ce réseau fonctionne à côté de celui que forment les pores proprement dits : il offre une facilité beaucoup plus grande à la cir-

culution de l'eau, sinon à son absorption et à sa rétention.

Les bancs de sable sont, pour ce motif, le type le plus parfait des terrains perméables ou, pour employer une expression caractéristique, des terrains filtrants. Ils sont susceptibles d'absorber les liquides abondamment, et se laissent aisément traverser par eux.

Si un banc perméable repose sur une couche argileuse imperméable, les liquides qu'il laisse filtrer ne remplissent pas seulement les pores, mais encore les interstices; le terrain n'est plus seulement humide, mais mouillé. Il s'y forme en effet une nappe, qui s'élève ou s'abaisse suivant l'importance relative de l'afflux et du débit des liquides.

Certains grès jouissent de la même propriété : les eaux d'infiltration, qui y circulent, y creusent lentement leur lit, en dissolvant le carbonate de chaux, grâce à l'oxygène de l'air qu'elles contiennent et qui se renouvelle par leur circulation même. Il se produit ainsi, à la longue, des cavités souterraines, qui facilitent l'écoulement des eaux dans des directions déterminées et généralement suivant le thalweg de la couche imperméable sous-jacente.

La propriété filtrante peut résulter encore d'une cause toute différente, nous voulons parler des fentes existant en grand nombre dans beaucoup de grès et de calcaires.

Faible perméabilité des bancs calcaires continus. — En l'absence de ces fentes, ou lorsque celles-ci sont bouchées par des terres argileuses, les calcaires sont, en général, fort peu perméables. Les carrières souterraines ouvertes dans le calcaire grossier du bassin de Paris en fournissent des preuves très nombreuses.

Le ciel des galeries, lorsqu'il n'a pas été disloqué par l'exploitation, ne laisse pas filtrer les eaux superficielles; dans le cas contraire, ces eaux s'accumulent sur le sol un peu marneux des chantiers, sur plusieurs décimètres de

hauteur. Elles ne pénètrent que très lentement dans les bancs calcaires inférieurs, et l'on est obligé, pour s'en débarrasser, de forer à travers ces bancs des trous de sonde, de plusieurs mètres de profondeur, de façon à atteindre le calcaire sableux qui forme la base de la formation et dans lequel on trouve, en contact avec l'argile plastique, la grande nappe d'infiltration du bassin de la Seine, à Paris.

On a vu, par les expériences précédemment citées, que le calcaire grossier est assez poreux, qu'il se laisse pénétrer par l'eau, quand on l'immerge dans ce liquide, et qu'il s'en sature complètement au bout d'un certain nombre de jours. On ne peut donc expliquer la résistance que les bancs de ce calcaire opposent à l'infiltration et à l'écoulement des eaux contingentes que par le fait même de leur saturation hygrométrique, au sein de la terre.

Cycle aquifère. — Il est difficile de se représenter les couches qui forment l'écorce du globe, à partir d'une certaine profondeur, autrement que comme saturées d'humidité.

Examinons d'abord ce que deviennent les eaux pluviales tombant sur la terre.

Une partie, qui est plus ou moins grande suivant la composition minéralogique du sol et du sous-sol, suivant la déclivité du terrain, suivant la nature et l'abondance de la végétation, s'écoule à la surface, forme les ruisseaux, les rivières, les fleuves et se rend directement dans la mer.

Une seconde partie s'évapore soit sur place, soit dans le trajet dont il s'agit.

Une troisième sert à la nutrition des plantes.

Le reste s'infiltré dans le sol et s'y accumule, à différents niveaux, au contact des couches imperméables, pour s'écouler ensuite au jour, sous forme de sources, et participer à son tour à l'alimentation des cours d'eau et fina-

lement de la mer, après avoir accompli un trajet souterrain plus ou moins étendu.

Il y a là un cycle, un enchaînement de phénomènes, toujours les mêmes : évaporation des eaux superficielles, à la surface des mers ou des terres, par l'action des rayons solaires ; transport de ces eaux à travers l'atmosphère sous forme de nuages, de brumes ou de vésicules invisibles ; condensation, à la suite d'un abaissement de température ; chute (sous forme de pluie le plus souvent) et retour à la mer après un véritable voyage qui s'effectue soit à la surface des terres émergées, en suivant le thalweg des vallées, soit souterrainement à travers les couches perméables de l'écorce du globe.

Si l'on met à part les pluies qui tombent directement dans la mer, on voit que les eaux enlevées aux océans par évaporation accomplissent indéfiniment un double trajet semi-aérien, semi-terrestre, pour retourner à l'immense réservoir dont elles se sont, pour un temps, détachées. Tel est le mécanisme bien connu du cycle aquifère.

Nappes d'eau souterraines. — Les nappes d'eau reposent sur des couches imperméables, en général ondulées comme le sont le plus souvent les couches sédimentaires ; leur surface suit les inflexions de ces dernières.

Elles remplissent des bassins. Ceux-ci reçoivent les eaux pluviales principalement sur leurs bords, à l'affleurement des bancs perméables, et accessoirement par des fissures qui traversent les terrains de recouvrement dans bien des cas.

Les eaux de ces nappes forment un volume considérable par rapport au débit quotidien des sources qui en jaillissent, de sorte qu'elles sont sinon dormantes, du moins animées de mouvements de translation imperceptibles, dans leur ensemble. Moins les sources sont nombreuses, moins elles sont abondantes dans un bassin aquifère, par

rapport au volume des eaux qui y sont rassemblées, plus leur débit est constant.

Dans les régions dont le sol est constitué par des sédiments, on rencontre d'ordinaire une série de nappes superposées, qui sont tantôt parallèles, tantôt divergentes, suivant la constitution géologique du sol.

Débit des niveaux d'eau traversés par les puits des mines.

— On a observé maintes fois, en creusant les puits des mines, principalement dans les bassins houillers, que le débit des nappes est considérable, lorsqu'on les recoupe à de grandes profondeurs, ce qu'expliquent la grande étendue des bassins, ainsi que la forte pression hydrostatique des eaux souterraines.

Quelques chiffres permettront de se rendre compte de l'importance de la nappe aquifère qu'on rencontre dans les morts terrains sous lesquels s'étend le terrain houiller du Pas-de-Calais, que nous prenons pour exemple.

Dans la concession de Dourges, le fonçage du puits de la fosse Hély d'Oissel, commencé en 1857, a rencontré vers 50 mètres de profondeur une venue d'eau de 17.000 mètres cubes par vingt-quatre heures.

Dans celle de Courrières, le puits de la fosse Mathieu, foncé de 1872 à 1877, a traversé des terrains qui restèrent mauvais jusqu'à 35 mètres au-dessous du jour, et la venue d'eau a atteint 37.000 mètres cubes par vingt-quatre heures.

Un puits en foncement dans la même concession, à la fosse n° 9, a rencontré, en 1892, une venue d'eau de 52.000 mètres cubes par vingt-quatre heures, vers 30 mètres de profondeur.

Dans la concession de Lens, la venue d'eau a été de 21.000 mètres cubes par jour, dans le foncement du puits de la fosse Sainte-Élisabeth, de 48.000 dans celui du puits de la fosse Saint-Théodon, de 60.000 dans le puits de la fosse

Saint-Antoine, et de même importance dans le puits n° 10, de la fosse Saint-Valentin. Pour permettre la traversée du niveau et la poursuite du fonçement de chacun de ces deux derniers, l'épuisement a nécessité des machines développant un millier de chevaux-vapeur.

On sait que, pour obvier à l'inondation des chantiers d'extraction, nombre de mines sont pourvues de machines d'exhaure d'une grande puissance. Malgré le cuvelage des puits, de l'eau pénètre dans beaucoup de mines et doit être amenée au jour. Pendant l'année 1894, toujours dans le bassin houiller du Pas-de-Calais, les quantités d'eau extraites par les pompes installées dans les fosses en exploitation se sont élevées à 5.782.000 mètres cubes, soit 1.584 mètres cubes par jour. Dans la fosse n° 1 des houillères de Bruay, où l'affluence des eaux se montre plus considérable que dans les autres mines du département, on a récemment installé, au niveau de 340 mètres, une pompe souterraine pouvant élever 3.000 mètres cubes par jour.

Pendant la même année, dans le bassin de la Loire (Saint-Étienne et Rive-de-Gier), on a épuisé 7.608.000 mètres cubes d'eau, formant un poids supérieur à celui de la houille extraite.

Il est intéressant de rapprocher du débit de ces sources souterraines, celui des sources naturelles qui subviennent à l'alimentation de Paris.

La Vanne, la Dhuis et l'Avre fournissent ensemble un volume quotidien d'environ 150.000 mètres cubes. La principale de ces rivières, la Vanne, donne 96.000 mètres cubes par jour; c'est le produit de sources assez nombreuses dont elle recueille les plus importantes dans la partie moyenne de son cours, sur plus de 20 kilomètres, et à des niveaux différents. La moitié environ du débit total est dû à trois sources hautes qui pénètrent directement dans l'aqueduc collecteur. La Dhuis n'a qu'une

76 SATURATION HYGROMÉTRIQUE DE L'ÉCORCE DU GLOBE

source principale, dont le débit est de 18.000 à 20.000 mètres cubes par jour.

Les venues d'eau souterraines, qui peuvent se faire jour dans les puits de mine, équivalent à des rivières.

Hauteur annuelle des eaux pluviales. — Les observations météorologiques ne sont pas encore assez répandues pour nous permettre de connaître la quantité d'eau qui tombe, chaque année, à la surface de l'Ancien et du Nouveau-Continent.

A Paris, d'après les constatations faites par le service météorologique du parc de Montsouris pendant dix-huit années, de 1876 à 1894, la hauteur annuelle de la pluie dans ce parc forme une moyenne de 0^m,551. Pour la France entière, d'après des documents moins récents, cette hauteur a été évaluée diversement : à 0^m,68 par M. Martins, à 0^m,75 par M. de Gaspari, à 1 mètre par M. Puvis.

En Angleterre, on admet généralement que l'eau tombée atteint 0^m,646 dans les contrées de l'Est et du Centre, et 0^m,931 en moyenne dans ceux de l'Ouest.

Sans creuser davantage cette question, on voit qu'une superficie de 1 hectare reçoit annuellement, dans notre pays, de 6.000 à 10.000 mètres cubes d'eau de pluie qui s'infiltrant dans le sol en majeure partie et y entretiennent l'humidité.

Saturation hygrométrique de l'écorce du globe. — L'écorce du globe est recouverte par la mer sur les quatre cinquièmes de sa superficie. Le dernier cinquième est formé de terrains émergés dans lesquels les eaux pluviales pénètrent en grande quantité et alimentent de vastes filtres souterrains à différents niveaux.

Dans ces conditions on ne voit pas comment les bancs qui constituent cette écorce pourraient ne pas avoir leurs

pores imbibés d'eau jusqu'à saturation, après les milliers de siècles pendant lesquels les mêmes phénomènes ont constamment eu lieu.

1° *Terrains émergés.* — Considérons d'abord les terrains émergés.

Une partie des eaux pluviales, qui pénètre dans la terre lorsqu'elle y rencontre des interstices de dimension suffisante, descend rapidement jusqu'à une couche imperméable sur laquelle elle s'accumule. Une autre partie s'infiltre plus lentement par les voies capillaires, et remplit les pores des roches. Son mouvement s'effectue non seulement suivant la verticale, mais encore latéralement. L'imbibition progresse dans tous les sens, à mesure de l'arrivée de nouvelles quantités d'eau. Elle se poursuit à travers les roches de toute nature, perméables ou non, avec plus ou moins d'abondance et de rapidité, suivant le volume que les pores présentent, la texture de leur réseau, en un mot la faculté d'absorption.

Qu'on nous permette d'insister sur ce sujet.

Les eaux descendantes, provenant directement de la surface, ne sont pas seules à produire l'imbibition de l'écorce. Celles des nappes souterraines, horizontales, obliques ou sinueuses, y contribuent pour leur part. Dans le sens vertical elles s'élèvent dans les bancs supérieurs jusqu'à une certaine hauteur limite, qui dépend du diamètre des vaisseaux capillaires, en suivant plus ou moins la loi de Jurin. Mais, en outre, elles se propagent, ou, si l'on veut, se diffusent en différents faisceaux. L'alimentation étant continue, leur propagation dans le sens horizontal, qui n'est pas contrariée par la pesanteur, se continue à toute distance, jusqu'à ce que les pores aient absorbé toute l'eau qu'ils sont susceptibles de retenir.

Dans son *Traité de Géologie*, M. de Lapparent s'est rendu compte de l'imbibition due aux eaux pluviales. « A mesure qu'elles s'enfoncent, écrit-il, elles deviennent de

moins en moins accessibles à l'évaporation, et les parties de l'écorce situées à une certaine profondeur ne peuvent donc manquer, à la longue, de se saturer d'eau. »

Il convient de préciser davantage et de restreindre la conclusion à l'eau capillaire, à l'humidité.

On rencontre en effet, dans les profondeurs de la terre, des grottes, des cavités de grandeur quelconque, de simples cellules, qui sont vides. Lorsqu'elles se trouvent, par leur situation, en contact avec la partie supérieure d'une nappe aquifère, elles se remplissent d'eau et se vident alternativement, suivant que la nappe elle-même se gonfle ou se dégonfle sous l'action des pluies ou de la sécheresse.

Quand des bancs de sable d'une certaine épaisseur reposent sur des argiles imperméables, leurs assises inférieures servent de réceptacle à une nappe aquifère, et c'est pour les atteindre qu'on fore les puits absorbants, tandis que les supérieures demeurent susceptibles d'admettre plus ou moins d'eau. Toutefois, ces assises supérieures, qui ne sont pas saturées d'eaux vives, le sont d'eau hygrométrique. Il y a là une distinction qu'il importe de faire.

L'eau hygrométrique, dont les pores des roches sont saturés, n'est pas formée de filets continus ; aussi est-elle caractérisée par l'absence de circulation et de pression hydrostatique appréciables. C'est là ce qui la différencie des eaux libres.

2° *Terrains immergés.* — Si l'on considère maintenant les terrains recouverts par la mer, on comprend qu'ils sont *a fortiori* saturés d'humidité. S'ils ne l'étaient pas depuis les temps les plus reculés, la mer continuerait à s'y infiltrer par le fond comme par les parois latérales de sa cuvette, avec une énergie allant en augmentant avec la profondeur ; et l'on sait que d'immenses vallées marines sont recouvertes par des masses d'eau salée formant, au

point de vue hydrostatique, des colonnes de plusieurs kilomètres de hauteur. D'après les cartes de Maury, directeur de l'Observatoire de Washington, l'Océan Atlantique a une profondeur moyenne d'environ 5.000 mètres. Dans la Méditerranée, dont la cuvette est bien moins profonde, en général, la sonde a atteint 4.600 mètres, à 165 kilomètres à l'est de Malte. Dans l'Océan Pacifique plusieurs observateurs, entre autres le lieutenant Broocke, ont reconnu des profondeurs de 5 et 6 kilomètres.

On peut juger par là de la force avec laquelle l'eau marine tend à s'infiltrer dans l'écorce du globe. Comment, en conséquence, les parties de cette écorce baignées par les mers, toutes celles qui sont situées au-dessous de leur niveau, à une suffisante profondeur, pourraient-elles ne pas être saturées ?

Saturation des terrains sédimentaires à l'époque de leur dépôt. — Une autre considération vient corroborer le principe de la saturation. Elle est tirée de la façon dont cette écorce s'est constituée au cours des âges géologiques.

Le noyau de la terre, pour ne parler que de sa partie solidifiée, est composé de roches dites éruptives ; et celles-ci sont recouvertes, sur la majeure partie de leur étendue, par des roches sédimentaires, par des dépôts lacustres ou marins.

Les bancs calcaires, marneux, argileux, siliceux, que nous voyons aujourd'hui constituer les reliefs du globe, se sont formés sous l'eau : ils sont composés de matières diverses, principalement calcaires, qui se sont lentement déposées et agglutinées au fond des mers ou bien des lacs préhistoriques. Leurs pores ont nécessairement gardé, lors de ce dépôt, toute l'eau qu'ils pouvaient contenir. Il suit de là que les couches sédimentaires ont toutes été saturées d'eau à l'époque de leur formation. A mesure que de nouveaux dépôts se sont superposés aux précé-

80 SATURATION HYGROMÉTRIQUE DE L'ÉCORCE DU GLOBE

dents, les bancs ont augmenté d'épaisseur et l'eau contenue dans leurs pores s'est conséquemment trouvée de mieux en mieux emprisonnée.

Il a pu se produire plus tard des perturbations géologiques, des dénivellations, à la suite desquelles des parties des couches considérées ont émergé; et alors l'eau primitivement absorbée a commencé à s'évaporer, à partir du sol. Mais la dessiccation n'a pu s'opérer que dans les couches superficielles, étant donné le jeu des infiltrations d'eaux pluviales.

Le rôle de ces dernières n'a pas été généralement, comme on le voit, d'imbiber des couches originairement sèches, mais plutôt de s'opposer aux progrès de la dessiccation de sédiments déjà humides.

Limite de dessiccation. — En conséquence, on le comprend bien, on trouve la terre imprégnée d'humidité, dès qu'on la creuse à une petite profondeur, comme chacun l'a vérifié; et on ne tarde pas, en descendant plus bas, à atteindre la zone de saturation qui ne peut manquer d'exister. On y pénètre dès qu'on a franchi la limite de la dessiccation.

La profondeur à laquelle se trouve cette limite n'est pas fixe. Elle varie nécessairement avec les saisons, avec le climat, avec la nature du sol et du sous-sol, etc...

Il est bien possible qu'elle n'excède pas de beaucoup la profondeur à laquelle atteignent les racines des arbres. Mais nous manquons de données précises à ce sujet.

Origine marine du chlorure de sodium contenu dans les eaux des sources et des rivières. — Une observation incidente, mais d'une portée générale, trouve ici sa place.

Nous avons exposé que les dépôts formés sous l'eau retiennent, au moment où les substances solides dont ils se composent s'agglutinent, une partie de l'eau mère qui

se loge dans leurs pores. Il suit de là que les sédiments d'origine marine doivent contenir des traces des sels dissous dans l'eau de mer, notamment du chlorure de sodium.

L'eau de la Méditerranée, par exemple, contient moyennement 32 kilogrammes de chlorures renfermant 20^h,4 de chlore par mètre cube. Par conséquent, une roche calcaire marine, pesant environ 1.900 kilogrammes par mètre cube, à l'état sec, et qui absorberait à saturation le quart de son volume d'eau, conformément aux données de l'expérience, renfermerait à peu près 5 kilogrammes de chlore, soit 2 1/2 millièmes de son poids, en supposant qu'elle absorbe exactement l'eau de mer comme l'eau douce. La quantité originaire des chlorures que contiennent les roches marines à l'époque de leur formation se réduit ultérieurement par la lixiviation causée par les eaux de pluie dans les couches superficielles de l'écorce; elle devient là si minime qu'il n'y a pas lieu de s'étonner qu'elle n'ait pas été signalée par les chimistes.

Toutefois, la présence du sel marin dans les sols arables est bien connue des agriculteurs. Tous les végétaux en contiennent des traces, et ils ne peuvent le puiser que dans la terre ou bien dans les eaux.

Ces dernières empruntent elles-mêmes principalement à la terre les substances salines qu'elles renferment.

En effet, les eaux pluviales qui filtrent dans le sol se chargent de petites quantités de sel marin. L'eau des sources et celle des fleuves et des rivières, si on les soumet à l'analyse chimique, décèlent la présence des chlorures de sodium et de magnésium, en quelque lieu qu'on les prélève.

C'est ainsi que, d'après de nombreuses recherches exécutées à l'Observatoire du parc de Montsouris (*) sur la

(*) *Annuaire de l'Observatoire municipal de Montsouris, pour l'année 1897*, p. 440.

qualité des eaux potables qui alimentent Paris, eaux qui sont plus ou moins souillées par les matières usées provenant de la nutrition — mais cela importe peu au point de vue de l'origine première des chlorures, — l'eau de la Vanne amenée à Paris renferme moyennement, par mètre cube, 5 grammes de chlore ; l'eau de la Dhuis, 7 ; l'eau de l'Avre, 12 ; sans parler du sodium et du magnésium dont le poids total est un peu inférieur à celui du chlore. De même, l'eau de la Marne contient 6 grammes de chlore ; la Seine, 7 ; l'Ourcq, 10.

Si minime qu'elle soit, la salure des cours d'eau et des sources ne laisse donc pas d'être appréciable.

Cycle salin. — A la suite de leur lixiviation continue par les eaux pluviales, les couches supérieures du sol sembleraient devoir s'appauvrir progressivement, de façon à ne plus renfermer aucune trace de sel, au bout d'une courte période. Puisqu'il n'en est pas ainsi, puisque les sources contiennent toujours des chlorures, c'est qu'il se produit, vers la surface, une venue incessante de sels empruntés aux eaux plus profondes.

Étant donnée la masse d'eau de mer logée dans l'écorce du globe, les sels qu'elle contient en dissolution tendent à s'y répartir plus ou moins uniformément ; les eaux supérieures appauvries s'enrichissent aux dépens des eaux un peu plus salées avec lesquelles elles se trouvent en contact. Quantité de nappes d'eau, dans les terrains immergés, sont alimentées directement par la mer ; ce sont elles qui subviennent, en dernière analyse, au maintien d'un certain degré de salure des terrains superjacentes.

Il y aurait donc, si l'on veut bien admettre cette explication, une circulation perpétuelle de sel marin. Parti des profondeurs de la mer, ce sel serait comme aspiré à travers l'écorce terrestre, grâce à son humidité, et retournerait à la mer, entraîné par les cours d'eau qui s'y jettent.

Il est à remarquer d'ailleurs que l'apport journalier des fleuves et des rivières viendrait augmenter progressivement la salure des mers, si le cycle dont il s'agit n'existait pas.

Absence d'évaporation des eaux profondes. — Revenons maintenant à l'eau souterraine qui remplit les pores des roches, en la considérant indépendamment des sels qui s'y trouvent en dissolution.

Il est bien certain que, dans la zone de dessiccation, elle s'évapore, lorsque le temps est beau. Mais les pluies se chargent de restituer au sol son humidité normale.

Il n'est pas nécessaire de supposer, comme l'ont fait différents géologues, notamment Daubrée, à la suite de Descartes, que l'eau souterraine s'évapore également dans les grandes profondeurs. Malgré la haute température qu'elle y acquiert, elle se trouve retenue à l'état liquide par la pression qu'elle subit de la part des couches supérieures.

Nous ne voyons pas de raisons d'admettre le contraire, hors le cas de fissures débouchant au jour. Mais alors l'évaporation est très limitée, et bientôt suivie de condensation. C'est bien par de semblables fissures que jaillissent les sources thermales ; mais ces sources proviennent de nappes souterraines d'eau vive, et non pas d'eau capillaire vaporisée, puis condensée, dont le débit ne pourrait être qu'insignifiant.

Quantité d'eau incorporée dans l'écorce du globe. — D'après Daubrée (*), « si l'on tient compte de la nature des roches les plus abondantes, on doit reconnaître que la quantité totale d'eau, ainsi incorporée dans l'écorce solide, représente une quantité très importante, sans doute com-

(*) *Les eaux souterraines à l'époque actuelle*, t. II, p. 217.

84 SATURATION HYGROMÉTRIQUE DE L'ÉCORCE DU GLOBE

parable au volume que l'eau occupe à la surface même du globe, quelque vaste que soit le bassin de l'Océan ».

Avant lui, Delesse est arrivé à la même conclusion. Il a évalué l'eau souterraine à 1.175.087 myriamètres cubes, soit $\frac{1}{921}$ du volume du globe, en admettant que les roches contiennent moyennement 5 p. 100 d'eau d'imbibition et que l'écorce terrestre soit pénétrée par l'eau jusqu'à 18.500 mètres, point où, d'après Ch. Vogt (*Grundrisse der Geologie*), la température atteint environ 600°, et où il y a équilibre entre la force élastique de la vapeur d'eau et la pression supérieure, supposée réduite au poids des roches.

L'eau superficielle, en tenant compte seulement des mers, aurait, d'après Élie de Beaumont, un volume de 1.309.000 myriamètres cubes, soit $\frac{1}{827}$ du globe. Ainsi l'eau de carrière serait à peu près égale à l'eau superficielle.

Delesse considère d'ailleurs que son évaluation de 5 p. 100 est trop faible pour la partie *immergée*, qui est beaucoup plus grande que la partie *émergée*, et regarde finalement comme très vraisemblable que, sur notre globe, il y a plus d'eau souterraine que d'eau superficielle.

Les roches, dans le sein de la terre, contiennent effectivement plus de 5 p. 100 d'eau en moyenne, puisque les calcaires, qui constituent la majeure partie des sédiments, en absorbent, en moyenne, 14 p. 100, comme nous l'avons montré précédemment, à la fin de la première partie de ce travail, d'après les essais exécutés sur les pierres de taille au laboratoire de l'École des Ponts et Chaussées.

D'autre part, d'après Delesse, les argiles en contiennent de 20 à 30 p. 100, les marnes de 20 à près de 40 p. 100 ; enfin les roches dites éruptives n'en sont pas dépourvues.

Étant donné les deux états de saturation de l'écorce, savoir : la saturation hygrométrique qu'on constate dès qu'on descend, à une très faible profondeur, dans le sein de la terre, et en outre la saturation aqueuse qui existe nécessairement au-dessous du niveau des mers, il ne paraît pas exagéré d'évaluer le cube des eaux souterraines au triple de celui des eaux superficielles, sinon même au quadruple.

Nous devons, toutefois, faire observer combien de semblables chiffres sont hypothétiques.

Les données actuelles de la géologie ne permettent pas d'assigner une valeur moyenne quelconque à l'épaisseur des terrains sédimentaires. A une certaine profondeur, variable suivant les régions, et généralement inconnue, il doit exister un substratum, formé de roches d'origine ignée, ne contenant qu'une proportion minime d'eau hygrométrique.

On serait même en droit de supposer que, plus bas encore, les roches étant soumises à des pressions croissantes deviendraient de moins en moins poreuses, de plus en plus sèches et denses, si les températures également croissantes auxquelles elles sont soumises ne venaient, en tendant à les dilater, mettre obstacle à leur contraction.

Conclusion. — On connaissait depuis fort longtemps l'eau de carrière et on savait que toutes les pierres en contiennent plus ou moins, au moment de leur extraction. Nous avons essayé de montrer qu'au-dessous d'une zone de dessiccation tout à fait superficielle les couches géologiques sont uniformément saturées d'eau hygrométrique, et que l'origine de cette eau remonte à l'époque de la formation des roches.

Le volume qu'elle occupe dans les pores de l'écorce du globe, indépendamment de celui des nappes aquifères, est considérable, bien supérieur à celui des mers.

Sa présence dans le sous-sol, aussi bien que dans l'atmosphère, est éminemment favorable à la conservation de la chaleur interne.

A la fois bonne conductrice de l'électricité et mauvaise conductrice de la chaleur, l'enveloppe humide du noyau central empêche en effet le sol d'être échauffé, d'une façon nuisible à la végétation, soit par les rayons solaires, soit par le calorique souterrain.

D'autre part, l'imbibition de l'écorce terrestre entraîne une diminution notable de la résistance des roches, d'origine marine ou lacustre, dont elle est, en majeure partie, composée.

Ainsi se trouve facilitée la production des flexions, des plissements, des fissures, des fractures qu'on constate en si grand nombre dans les terrains sédimentaires, et qui attirent l'attention des exploitants de mines au moins autant que celle des géologues.

Nous terminons en exprimant le regret de n'avoir pu qu'effleurer une bonne partie des sujets, si complexes, que notre étude nous a conduit à envisager successivement. Nous aurons cependant atteint notre but, si nous suscitons de nouvelles recherches touchant, d'un côté, la physique moléculaire considérée au double point de vue de la science et de la pratique. et d'un autre côté la constitution intime de l'écorce du globe terrestre.

BULLETIN DES TRAVAUX DE CHIMIE

EXÉCUTÉS EN 1895

PAR LES INGÉNIEURS DES MINES

DANS LES LABORATOIRES DÉPARTEMENTAUX.

I. — LABORATOIRE D'ALAIS.

Travaux de M. COIGNARD, Contrôleur des Mines. (EXTRAIT.)

1^o *Minerais de plomb argentifère.* — Recherches dans la région de Valgorge (Ardèche).

La Clède de Bayle. — Galène à gangue quartzreuse du filon
Heure 10.

Plomb.....	58,20 p. 100.
Argent.....	1 ^{re} ,550 à la tonne de plomb.

La Clède de Bayle. — Filon barytique, pendage au nord.

Plomb.....	49,60 p. 100.
Argent.....	1 ^{re} ,530 à la tonne de plomb.

Idem. — Idem : Deuxième échantillon pris sur un autre point.

Plomb.....	23,30 p. 100.
Argent.....	1 ^{re} ,540 à la tonne de plomb.

2^o *Minerais de plomb argentifère.* — Recherches de Moissac (Lozère). — Filons dans les micaschistes.

Galène fine, gangue schisteuse et quartzreuse.

Plomb.....	31,40 p. 100.
Argent.....	3 ^{re} ,040 à la tonne de plomb.

Galène à larges facettes, gangue schisteuse et quartzeuse.

Plomb.....	68,70 p. 100.
Argent.....	1 ^{kg} ,470 à la tonne de plomb.

3° *Minerais de plomb argentifère.* — Recherches d'Allenc (Lozère). Gisement dans le granite.

Puits Robert; filon Heure 6.

Galène à larges facettes, gangue quartzeuse.

Plomb.....	62,20 p. 100.
Argent.....	1 ^{kg} ,210 à la tonne de plomb.

Percement Georgette; filonnet Heure 6.

Galène à petites facettes, gangue quartzeuse.

Plomb.....	31,10 p. 100.
Argent.....	1 ^{kg} ,760 à la tonne de plomb.

4° *Minerais de zinc et de plomb.* — Recherches du Mazel, près le Bleyard (Lozère).

Gîte de contact entre les schistes anciens et les calcaires du Lias :

Calamine extraite des déblais des anciens travaux.

Morceaux de choix :

Zinc.....	34,75 p. 100
Zinc..	31,45 —

Minerais pauvres :

Zinc.....	8,30 —
-----------	--------

Couche de galène de 0^m,20 de puissance dans les calcaires du Lias :

Galène à petites facettes rencontrée dans le puits n° 1, à 23 mètres de profondeur :

Plomb..	41,20 p. 100.
Argent.....	820 grammes à la tonne de plomb.

5° *Minerais de zinc.* — Provenances diverses.

NATURE ET PROVENANCE	ZINC p. 100	RÉSIDU insoluble p. 100	PLOMB p. 100	ARGENT p. 1000	CADMIUM p. 100	FER p. 100	CHAUX p. 100	PERTE au feu p. 100
Blende et galène de St-Sauveur de Pourcils (Gard)	39,40	35,50	1,90	0 st ,090 p. 1000 mineral	0,40	1,20	1,90	
Blende et calamine id.	36,60	27,10	3,60	0 st ,090 p. 1000 mineral	0,40	1,40	3,50	
Calamine avec mouches de galène id.	39,10	10,20	1,70	0 st ,080 p. 1000 mineral	0,30	1,20	6,20	30,70
Calamine id.	38,90	20,40	pas	traces 1 st ,330 p. 1000 de plomb	0,30 1,50 de cuivre	0,50	4,60	25,50
Blende et galène id.	24,80	32,70	19,60			1,60	1,30	
Blende id.	52,20		0,80					
Galène id.	pas		16,40					
Calamine id.	24,25		0,55	0 st ,040 p. 1000 mineral				
Blende, calamine et galène id.	28,80		15,10	0 st ,410	—			
Blende et galène id.	24,10		1,75	0 st ,090	—			
Blende id.	38,35		traces	0 st ,330	—			
Galène et blende id.	28,40		31,10	0 st ,380	—			
Blende et mouches de galène id.	20,20		3,90	0 st ,050	—			
Calamine id.	31,65							
Calamine id.	36,60							
Blende id.	17,30							
Blende id.	4,20							
Mineral siliceux d'Espagne	47,25							

6° *Minerais d'antimoine.* — Minerais de l'Auzonnet.

Antimoine..... 17,30 p. 100.

Oxyde d'antimoine (produit de l'usine du Collet de Dèze).

Antimoine..... 77,10 p. 100.

7° *Combustibles minéraux.* — Houilles du Gard.

		p. 100
Houille des recherches de Bordezac (Gard).	matières volatiles..	18,50
Houille de Bessèges (Gard).....	matières volatiles..	23,10
	cendres.....	16,30
Houille des recherches de Bordezac (pas de coke)	matières volatiles..	21,10
	cendres.....	20,60
Houille des recherches de Bordezac (pas de coke)	matières volatiles..	25,70
	cendres.....	14,10
Houille des recherches de Bordezac (coke boursoufflé)	matières volatiles..	21,20
	cendres.....	9,10
Houille des mines de Cessous et Comberedonde	matières volatiles..	7,60
	cendres.....	11,50

8° *Eau minérale.* — Source Saint-Martin à Trenc (Ardèche).

Carbonate de soude.....	gr. 0,162 par litre
— de potasse....	pas —
— de chaux.....	0,082 —
— de magnésie..	0,063 —
Fer et alumine.....	0,072 —
Chlorure de sodium.....	0,005 —
Sulfate de soude.....	0,019 —
Silice.....	0,043 —
Acide carbonique libre...	0,051 —

9° *Eaux minérales.* — Sources Marie-Faure et Renaissance à Chanac (Ardèche).

	MARIE-FAURE	RENAISSANCE
	gr. 4,015 par litre	gr. 1,702 par litre
Bicarbonate de soude.....	4,015 —	1,702 —
— de potasse.....	0,075 —	0,191 —
— de chaux.....	0,403 —	0,245 —
— de magnésie.....	0,496 —	0,278 —
— de fer.....	0,041 —	0,019 —
Chlorure de sodium.....	0,291 —	0,146 —
Sulfate de soude.....	0,012 —	traces
Silice.....	0,035 —	0,035 —
Acide carbonique libre.....	2,142 —	1 728 —

II. — LABORATOIRE DE CLERMONT-FERRAND.

Travaux de M. de BÉCHEVEL, Ingénieur des Mines. (EXTRAIT).

1^o *Galène*. — Essai d'un échantillon de galène massive présenté par M. Mauranne-Bertrand, comme provenant de la commune de Védrières-Saint-Loup (Cantal).

Galène lamelleuse associée à de faibles quantités de quartz et de sulfate de baryte.

Essai pour plomb et argent :

Plomb.....	77,50 p. 100	
Argent.....	300 grammes par tonne de minerai,	
ce qui correspond à...	387 —	de plomb d'œuvre.

2^o *Houille*. — Essai d'un échantillon présenté par M. Talmant, explorateur à Saint-Éloy, comme provenant de travaux de recherches exécutés à Bioras, commune d'Youx (Puy-de-Dôme).

Houille moitié terne, moitié brillante, non pyriteuse, à cassure irrégulière.

Cendres (très légères, pulvérulentes, couleur gris clair tirant vers le blanc).....	11,50 p. 100
Résidu fixe de calcination en vase clos (à peine aggloméré, friable, s'écrasant facilement sous la pression du doigt).....	64,33
Matières volatiles perdues correspondantes...	35,67
Matières volatiles du combustible supposé dépourvu de cendres.....	40,30

L'échantillon essayé rentre ainsi dans la catégorie des houilles sèches à longue flamme.

3^o *Terres siliceuses*. — Analyse sommaire de deux échantillons présentés :

a) Par M. Augier, comme provenant de la commune de Lamontgie (Puy-de-Dôme) ;

b) Par M. Bonal, comme provenant de la commune de Virargues (Cantal).

Les deux échantillons se présentent sous forme de terres blanches, stratifiées, très légères, susceptibles d'être utilisées comme matières absorbantes.

Composition élémentaire :

MATIÈRES DOSÉES (OU CALCULÉES)	a	b
Silice	85,35	83,00
Chaux	0,41	0,33
Peroxyde de fer et alumine	2,60	3,00
Eau distillable à 100°	7,50	7,00
Eau complémentaire, acide carbonique, etc.	4,14	6,67
Totaux.....	100,00	100,00

III. — LABORATOIRE DE L'ÉCOLE DES MINES DE SAINT-ÉTIENNE.

Travaux exécutés sous la direction de M. BABU,
Ingénieur des Mines. (EXTRAIT.)

Eaux minérales.

a. Eaux de Pariz-le-Châtel (Nièvre).

	a ₁	a ₂
Extrait à 180°	2,937	3,078
Acide carbonique libre	1,784	1,982
Silice	0,0384	0,0312
Acide sulfurique	1,110	1,030
Chlore	0,016	0,0262
Protoxyde de fer	0,0151	0,035
Chaux	1,082	1,128
Magnésie	0,145	0,173
Potasse	0,0058	0,0148
Soude	0,028	0,0237

b. Source Sainte-Marie et Source Romaine à Saint-Galmier (Loire).

	b_1	b_2
Extrait à 180°	2.360	1.230
Acide carbonique libre.....	2.08	2.125
Silice.....	0,0438	0,033
Acide sulfurique.....	0,0523	0,0405
Chlore.....	0,1142	0 0702
Protoxyde de fer.....	0,0085	0,0061
Chaux.....	0,5000	0,2810
Magnésie.....	0,2616	0,1953
Potasse.....	0,0272	0,0208
Soude.....	0,2881	0,2461

c. Sources de la Compagnie des Eaux de Saint-Galmier.

	SOURCE BADOIT	SOURCE RÉMY	SOURCE NOPLÉ	SOURCE NOELLÉ
Extrait à 180°	1,681	1,690	1,360	1,132
Acide carbonique libre.....	2,10	2,000	1,97	1,40
Silice.....	0,0338	0,0364	0,0319	0,0319
Acide sulfurique.....	0,0454	0,0437	0,0395	0,0390
Chlore	0,1150	0,114	0,0638	0,0645
Protoxyde de fer	0,0070	0,007	0,007	0,0056
Chaux.....	0,3139	0,3148	0,2720	0,2552
Magnésie.....	0,2260	0,2280	0,2006	0,1887
Potasse.....	0,0272	0,0273	0,0181	0,0196
Soude.....	0,2902	0,2931	0,2320	0,2235

IV. — LABORATOIRE D'ALGER.

Travaux de M. SIMON, Contrôleur des Mines. (EXTRAIT.)

1° *Eaux*. — Analyse de deux échantillons d'eau remis par M. Godard, Ingénieur en chef des Ponts et Chaussées, et destinée à l'alimentation du village de Duplex.

	n° 1	n° 2
Acide chlorhydrique	0,077	0,059
— sulfurique	0,0165	0,019
— azotique	»	»
— carbonique	0,131	0,133
— silicique	0,017	0,015
Chaux	0,098	0,108
Magnésie	0,048	0,044
Soude	0,079	0,063
Potasse	traces	traces
Sesquioxyde de fer et alumine	0,009	0,008
Résidu	0,479	0,450

Composition probable par litre :

	n° 1	n° 2
Chlorure de sodium	0,123	0,095
Sulfate de soude	0,029	0,030
Carbonate de chaux	0,176	0,193
Carbonate de magnésie	0,101	0,092
Silice	0,017	0,015
Sesquioxyde de fer et alumine	0,009	0,008
Pertes et corps non dosés	0,024	0,017
	0,479	0,450

2° *Eaux*. — Analyse de cinq échantillons d'eau remis par M. Coustolle, Ingénieur en chef des Ponts et Chaussées, et destinée à l'alimentation du futur village de Ahl-El-Euch.

	N° 1	N° 2	N° 3	N° 4	N° 5
Acide chlorhydrique	0,215	0,216	0,262	0,420	0,417
Acide sulfurique	0,176	0,191	0,175	0,069	0,064
Acide carbonique	0,193	0,192	0,168	0,180	0,161
Acide azotique	traces	traces	traces	traces	traces
Acide silicique	0,018	0,017	0,019	0,019	0,017
Chaux	0,261	0,260	0,246	0,279	0,275
Magnésie	0,094	0,094	0,092	0,099	0,095
Soude	0,151	0,160	0,172	0,191	0,160
Potasse	0,012	0,014	0,011	0,015	0,014
Sesquioxyde de fer et alumine ..	0,006	0,006	0,009	0,008	0,005
Matières organiques	traces	traces	traces	traces	traces notables
Résidu	1,100	1,107	1,114	1,202	1,127

Composition probable par litre :

Chlorure de sodium	0,285	0,302	0,325	0,360	0,320
Chlorure de potassium	0,019	0,022	0,017	0,024	0,021
Chlorure de magnésium	0,036	0,021	0,067	0,235	0,225
Chlorure de calcium	»	»	»	0,004	0,050
Sulfate de magnésie	0,236	0,254	0,192	»	»
Sulfate de chaux	0,032	0,036	0,080	0,117	0,108
Carbonate de chaux	0,442	0,437	0,381	0,408	0,365
Sesquioxyde de fer et alumine ..	0,006	0,006	0,009	0,008	0,005
Silice	0,018	0,017	0,019	0,019	0,017
Pertes et corps non dosés	0,026	0,012	0,024	0,027	0,016
Total des sels anhydres ..	1,100	1,107	1,114	1,202	1,127

3° Eau. — Analyse d'une eau provenant de Herrouaghia et remise par M. Picard, Ingénieur des Ponts et Chaussées.

Acide chlorhydrique	0,128
Acide sulfurique	0,1222
Acide azotique	traces
Acide carbonique	0,219
Acide silicique	0,018
Chaux	0,227
Magnésie	0,0785
Soude	0,1391
Sesquioxyde de fer et alumine ..	0,007
Matières organiques	traces
Résidu	0,937

4° Eau. — Analyse comparative de trois échantillons d'eau provenant de sources en aval du barrage du Hamiz et d'eau du bassin, remis par M. Julidière, Ingénieur des Ponts et Chaussées.

N° 1	Source A.
N° 2	Source B.
N° 3	Eau du bassin prise à la surface.

	N° 1	N° 2	N° 3
Résidu par litre	0,632	0,720	0,445
Acide sulfurique	0,1270	0,1627	0,1229
Chlore	0,0573	0,045	0,0251
Degré hydrotimétrique	33	38	22

5° Eau. — Analyse d'eaux destinées à diverses communes et

remises par les maires de ces communes, savoir :

N° 1. Commune de Douéra.
 N° 2, 3. » de Mekla.
 N° 4 à 6. » de Saint-Eugène.

	n° 1	n° 2	n° 3	n° 4	n° 5	n° 6
Acide chlorhydrique.....	0,1808	0,0147	0,0258	0,1652	0,2235	0,298
Acide sulfurique.....	0,038	0,0095	0,0105	0,0310	0,0458	0,0518
Acide carbonique.....	0,136	0,0988	0,1382	0,1672	0,1548	0,1455
Acide silicique.....	0,014	0,009	0,0135	0,0114	0,0160	0,0184
Chaux.....	0,184	0,1282	0,1750	0,1056	0,1180	0,1306
Magnésie.....	0,027	0,0059	0,0097	0,0929	0,0844	0,0837
Soude.....	0,130	0,0079	0,0160	0,1390	0,1819	0,2240
Sesquioxyde de fer et alumine.	0,005	0,0029	0,0036	0,003	0,0028	0,0036
Matières organiques.....	»	traces	traces	traces	traces	traces
Résidu par litre.....	0,692	0,2873	0,394	0,692	0,788	0,890

Composition probable par litre :

Chlorure de sodium.....	0,246	0,015	0,0301	0,2623	0,3433	0,4227
Chlorure de magnésium.....	0,035	0,007	0,0094	0,002	0,0121	0,0446
Sulfate de magnésie.....	0,036	0,0074	0,0079	0,0233	0,0345	0,0389
Sulfate de chaux.....	0,024	0,0081	0,0090	0,0263	0,0387	0,0439
Carbonate de chaux.....	0,311	0,2229	0,3059	0,1692	0,1822	0,2009
Carbonate de magnésie.....	»	0,0013	0,0068	0,1770	0,1424	0,1091
Sesquioxyde de fer et alumine	0,005	0,0029	0,0036	0,003	0,0028	0,0036
Silice.....	0,014	0,009	0,0135	0,0114	0,0160	0,0184
Perte et corps non dosés...	0,021	0,014	0,0081	0,0175	0,0160	0,0079

6° *Eaux*. — Analyse de quatre échantillons d'eaux remis par la Compagnie des chemins de fer sur route.

Provenance : n° 1..... Dellys.

— n° 2..... Camp du Maréchal source a.

— n° 3..... — b.

— n° 4..... — c.

	n° 1	n° 2	n° 3	n° 4
Acide chlorhydrique.....	0,2146	0,189	1,381	0,0382
— sulfurique.....	0,0563	0,0439	0,0240	0,0975
— carbonique.....	0,1576	0,1220	0,2030	0,1880
— silicique.....	0,013	0,012	0,013	0,01
Chaux.....	0,157	0,119	0,2153	0,204
Magnésie.....	0,065	0,0267	0,062	0,057
Soude.....	0,1733	0,1933	0,1430	0,059
Potasse.....	traces	»	»	»
Fer et alumine.....	0,0042	0,007	0,007	0,004
Résidu par litre.....	0,822	0,69	2,74	0,666

7° *Eaux minérales.* — Analyse de deux échantillons d'eau minérale provenant de la ferme de M. Ricci, à l'Oued-Djer, remis par M. l'Ingénieur en chef des Mines.

	n° 1	n° 2
Acide chlorhydrique.....	0,1237	0,2034
— sulfurique.....	0,3900	0,3859
— carbonique (combiné neutre).....	0,4055	0,6172
— carbonique (total).....	1,2052	1,9397
— carbonique libre.....	0,3942	0,7033
— silicique.....	0,0140	0,0142
Chaux.....	0,4150	0,5292
Magnésie.....	0,1635	0,1940
Soude.....	0,2365	0,4383
Potasse.....	0,0110	0,0180
Lithine.....	traces	traces
Sesquioxyde de fer.....	0,0025	0,004
Alumine.....	traces	traces
Résidu par litre.....	1,800	2,408

Composition probable par litre :

	n° 1	n° 2
Acide carbonique libre.....	0,3942	0,7033
Chlorure de sodium.....	0,1845	0,3007
— de potassium.....	0,0174	0,0321
— de lithium.....	traces	traces
Sulfate de soude.....	0,3634	0,6388
— de magnésie.....	0,2778	0,0390
Bicarbonate de chaux.....	1,0671	1,3608
— de magnésie.....	0,2267	0,5792
— de fer.....	0,0053	0,0081
Silice.....	0,0140	0,0142
Alumine.....	traces	traces
Pertes et corps non dosés.....	0,0492	0,0523

V. — LABORATOIRE DE CONSTANTINE.

Travaux de M. SERGÈRE, Contrôleur des Mines. (EXTRAIT.)

1° *Calamines*. — Essais d'échantillons de provenances diverses.

- a). Bou-Djaber, remis par M. Charpin.
 b). Souk-Ahras, — M. Durand.
 c). Tunisie, — M. Barbier.
 d). Kef-Rebiga, — la C^{ie} de la Vieille-Montagne.

Teneur en zinc, p. 100 :

a.	26,32	44,24	39,42
b.	29,29	»	»
c.	37,26	38,81	36,25
d.	41,34	»	»

2° *Minerai de plomb*. — Échantillon de galène remis par M. Durand Layold, provenant de Souk-Ahras.

Plomb.....	14,85 p. 100 ;
Argent.....	0 ^h ,0385 par tonne de minerai ;
soit.....	0 ^h ,259 — de plomb.

3° *Minerais d'antimoine*. — Échantillons d'antimoine oxydé, remis par la Société minière d'Aïn-Beïda (Hamimate).

Minerai gris compact avec quelques petits cristaux en géode.

	a	b
Antimoine	62,23	78,17
Résidu insoluble.....	24,00	non dosé
Arsenic.....	0,114	»
Plomb	traces	traces
Humidité	1,24	»

4° *Minerai d'antimoine*. — Échantillon d'antimoine oxydé, remis par M. Bourrel, provenant de la région d'Aïn-Beïda.

Même aspect que les précédents.

Antimoine.....	60,98 p. 100.
Arsenic	traces.

5° *Minéral de cuivre*. — Échantillon de cuivre carbonaté, remis par M. Bourrel, provenant des environs d'Aïn-Beïda. Cuivre carbonaté vert avec fer spathique ; gangue siliceuse.

Cuivre. 30,86 p. 100.

6° *Phosphates de chaux*. — Échantillons remis par M. Mollon, provenant de Saint-Arnaud. Roche calcaire, couleur noire.

Teneur en phosphate tribasique :

a.....	27,14 p. 100.
b.....	21,93 »
c.....	18,32 »
d.....	traces.

7° *Phosphates de chaux*. — Échantillons remis par M. Jacob, Ingénieur des Mines, provenant de Douar Chéria et environs.

Phosphates gris pointillés de noir, analogues à ceux de Tébessa.

Teneur en phosphate tribasique p. 100 :

a). Troubia	48,94
b). Gharal	43,86
c). Dainous (variété dure)....	35,23
d). — (tendre)	56,74
e). — (tendre)	53,82
f). Tasbent (silex phosphaté).....	38,21
g). —	48,05
h). —	46,50

Ces teneurs correspondent aux échantillons non desséchés.

L'échantillon d renfermait 8,30 p. 100 d'humidité ; la teneur de cet échantillon sec est, par suite, de 61,8 p. 100.

Cinq échantillons de calcaire à Inocérames ont été essayés à titre de curiosité : l'un d'eux a donné 5,29 p. 100 de phosphate tribasique (l'étagé à Inocérames n'est pas celui qui renferme le niveau à phosphate).

8° *Phosphates de chaux*. — Échantillons remis par la C^{ie} Algérienne, provenant de ses propriétés à Aïn-Regada.

Phosphates gris plus ou moins durs.

	Teneur p. 100
Chabet-Oun-Djemb.....	22,32
—	32,78
Ben-Zerguin	24,21
—	13,82
—	19,25

	Teneur p. 100
Ben-Rebah.....	33,90
El-Eulsa.....	19,65
—	38,24
—	16,46
—	16,29
Debaba.....	32,08
—	23,62
—	18,97

Neuf autres échantillons n'ont donné que des traces.

9° *Phosphates de chaux*. — Échantillons remis par MM. Casem-broot et Lagache, provenant de Tocqueville.

Phosphates noirs avec points blancs.

Teneur du phosphate sec :

a.....	63,80 p. 100
b.....	61,40 —

REMARQUES ET EXPÉRIENCES

A L'OCCASION D'UN

MANQUE D'EAU DANS UN GÉNÉRATEUR DE VAPEUR

Par M. C. WALCKENAER, Ingénieur des Mines,
Secrétaire de la Commission centrale des Machines à vapeur.

A la suite d'une surchauffe par manque d'eau, d'où est résultée la rupture d'un bouilleur de chaudière dans une usine de Montreuil-sous-Bois, le Service des Mines a recueilli sur l'accident des indications qui valent d'être notées. Elles fournissent un exemple des dérangements auxquels peut être sujet le fonctionnement du tube indicateur du niveau de l'eau, lorsqu'au lieu d'être directement greffé sur la chaudière par de courtes tubulures, cet important appareil de sûreté est relié au générateur par des tuyaux longs et étranglés (*). La considération de cet accident m'a conduit à effectuer quelques expériences, en vue de préciser l'ordre de grandeur de l'un des phénomènes d'où peuvent, en certains cas, dépendre ces perturbations: la condensation dont la communication de vapeur est le siège. On trouvera dans ce qui suit les résultats de ces essais. Ils peuvent offrir quelque intérêt, d'un point de vue général, comme contribution à l'étude de la condensation de la vapeur dans les tuyaux.

(*) J'ai déjà entretenu de ce sujet les lecteurs des *Annales* (Précautions à prendre dans l'installation et l'emploi des tubes indicateurs du niveau de l'eau des chaudières à vapeur; *Annales des Mines*, 9^e série, t. VI, p. 511 et suiv.).

I. — CIRCONSTANCES DE L'EXPLOSION DE MONTREUIL.

§ 1. **Récit de l'accident.** — Voici d'abord ce qui s'est passé à Montreuil-sous-Bois. Le générateur, horizontal à foyer extérieur, comprenait un corps cylindrique avec deux bouilleurs inférieurs, et un réchauffeur latéral. La surface de chauffe était 60 m^2 , la capacité $14,5\text{ m}^3$, le timbre $7\text{ kg} : \text{cm}^2$; les bouilleurs mesuraient 65 centimètres de diamètre et 8,55 m de longueur. L'accident a consisté dans une déchirure au bouilleur de gauche. La plaie occupait 80 centimètres de longueur, suivant la génératrice inférieure de la tôle de coup de feu, et baillait de 11 centimètres; autour d'elle, la surface extérieure du métal était bleuie sur une étendue de 15 ou 20 centimètres; au-delà de la teinte bleue s'étendait une auréole d'oxyde rouge. La surchauffe ne s'expliquait point par l'accumulation du tartre ou des boues, car l'appareil ne contenait que peu de dépôts. L'explosion n'avait fait qu'un bruit léger et n'avait produit aucun effet dynamique. Enfin le dépôt qui tapissait la paroi du bouilleur montrait, à différentes hauteurs, des lignes horizontales nettes et saillantes, accusant les stades de l'évaporation progressive. A l'évidence, cette chaudière avait manqué d'eau.

Il n'est, d'ailleurs, pas surprenant que le régime normal de son alimentation se fût trouvé troublé. L'alimentation, qui avait lieu soit par retour d'eau, soit au moyen d'un injecteur, aboutissait dans le réchauffeur latéral; celui-ci avait normalement avec le générateur proprement dit deux communications, l'une ABCDD' (Pl. IV, *fig.* 1) plongeante des deux parts, l'autre EFG allant de la partie supérieure du réchauffeur au dôme qui surmontait le corps cylindrique. Or, ainsi qu'on l'a reconnu après l'explosion, la communication ABCDD' s'était totalement obstruée par les dépôts, un peu au-dessus de la bifurcation des

deux branches. Cette communication supprimée, il est explicable que l'alimentation ne se fût poursuivie par EFG que d'une manière défectueuse.

Les appareils indicateurs du niveau de l'eau consistaient en un tube de verre et un flotteur magnétique. Ce dernier était dépourvu de sifflet, et le chauffeur reconnaît n'en avoir pas observé l'index ; mais il a consulté et même purgé le tube de verre, et, d'après les indications de ce tube, il croyait avoir de l'eau dans le générateur. Le contre-maitre, de son côté, a vu de l'eau dans le tube cinq ou dix minutes avant l'explosion. Le chef de l'usine en avait vu deux heures auparavant.

Seulement, pressé de questions par M. l'ingénieur des Mines Pellé, le chauffeur a fini par expliquer dans quelles conditions on voyait l'eau dans le tube de verre. « Cette eau, lorsqu'elle y était visible, était constamment traversée par des bulles de vapeur, qui la soulevaient et produisaient des oscillations continuelles d'une extrémité à l'autre du tube ; parfois l'eau disparaissait complètement, puis revenait peu à peu. Lorsque le chauffeur avait purgé (ce qu'il a fait pour la dernière fois une heure ou deux avant l'accident), l'eau ne réapparaissait pas tout de suite ; il mettait alors son giffard en marche ; au bout de quelques minutes, l'eau était de nouveau visible, mais toujours avec les mêmes bulles de vapeur et la même agitation ; le chauffeur attribuait ce retour de l'eau au fonctionnement de l'alimentation et, croyant avoir assez alimenté, il arrêtait alors son giffard. »

D'où venaient ces apparences, alors que le générateur devait manquer d'eau presque totalement ?

§ 2. Disposition du tube indicateur. — Le tube de verre, placé contre une paroi latérale de la chambre de chauffe, était relié à la chaudière par des tuyaux dont le diamètre intérieur mesurait 20 ou 22 millimètres, et dont les lon-

guez étaient : 1,65 m pour le tuyau de communication d'eau, qui partait du bouilleur de gauche ; 3,20 m pour le tuyau de communication de vapeur, greffé sur la colonnette du flotteur magnétique. Ces tuyaux présentaient plusieurs inflexions. Celui de communication de vapeur était, pour la plus grande partie, horizontal. Celui de communication d'eau avait deux parties horizontales successives, qui donnaient à son profil en long une figure d'escalier, comme le montre la *fig. 1*. Aux points d'insertion dans le générateur, le diamètre de ces tuyaux se réduisait à 15 ou 16 millimètres. A leurs extrémités opposées, les montures du tube de verre étaient d'un système spécial, qui ne laissait à l'eau et à la vapeur que des passages resserrés.

Dans un pareil ensemble, s'il ne se produisait aucune obstruction, si de plus les parties remplies de vapeur n'étaient le siège d'aucune condensation ni perte de charge, il est certain qu'un abaissement croissant du plan d'eau dans le générateur amènerait d'abord la disparition de l'eau du tube de verre, puis la vidange des gradins successifs du tuyau de communication inférieur ; et, à partir de l'époque où le bouilleur au sommet duquel est greffé ce tuyau aurait commencé à manquer d'eau, l'ensemble considéré ne contiendrait plus que de la vapeur. Une réserve est cependant encore à faire : il en serait comme nous venons de dire, si les parties horizontales du tuyau de communication inférieur ne présentaient pas la moindre contre-pente de la chaudière vers le tube de verre, car autrement les points bas de ce tuyau pourraient ne pas se vider entièrement par siphonage et conserver une certaine quantité d'eau stagnante après la vidange générale. Mais, et quoi qu'il en soit de ce dernier point, le refroidissement de la vapeur dans les tuyaux, les condensations qui en résultent, les phénomènes d'écoulement qui s'ensuivent, et conjointement

avec ces phénomènes les étranglements, sinon même les obstructions complètes qui peuvent se produire, viennent singulièrement compliquer les choses. La première question qui se pose, pour en bien juger, est de savoir quelle est à peu près l'importance des condensations de la vapeur.

II. — RÉSULTATS D'EXPÉRIENCES SUR LA CONDENSATION.

§ 1. **Expériences anciennes.** — Les expériences de M. J. Chrétien (*) ont déterminé la condensation produite dans un tuyau en fer de 66 millimètres de diamètre intérieur, 3 millimètres d'épaisseur (**) et 26,36 m de long, installé à l'air sous un hangar. Ce tuyau, en pente légère, partait d'une chaudière et aboutissait au sommet d'un tube de verre disposé comme le représente la *fig. 2*, Pl. IV (**); on entr'ouvrait le robinet R de manière à maintenir un niveau constant dans le tube de verre, et l'eau recueillie était pesée de minute en minute. Par heure et par mètre carré de surface soit intérieure, soit extérieure du tuyau, la condensation observée, en fonction de la pression à la chaudière, a été celle représentée sur les *fig. 3* et *4* par les courbes marquées *mn*.

Mais ces résultats ne sauraient être appliqués à une conduite quelconque. La condensation par mètre carré est notamment influencée d'une manière importante par le diamètre du tuyau. Ce fait n'a pas été ignoré de M. Chrétien : « A surfaces extérieures égales, écrit-il, les petits

(*) Le transport de la vapeur à de grandes distances et sa canalisation. *Bulletin technologique de la Société des anciens élèves des Écoles nationales d'Arts et Métiers*, 1885.

(**) Le texte du mémoire porte 6 millimètres, mais c'est visiblement une erreur d'écriture; le dessin représentant le montage des expériences indique que le tuyau avait 72 millimètres de diamètre extérieur et que les surfaces totales intérieure et extérieure étaient respectivement 5,53 et 6,06 m².

(***) Empruntée au mémoire cité.

diamètres produisent plus de condensation que les grands ; » seulement son travail, n'ayant porté que sur une seule espèce de tuyaux, n'en fournit pas de démonstration expérimentale. Cette influence du diamètre est, en revanche, nettement accusée dans les résultats des expériences auxquelles M. l'Ingénieur en chef des Mines Ledoux a fait procéder à Anzin (*). Dans ces expériences, la condensation de la vapeur (lorsqu'elle n'est pas en régime d'écoulement comme dans une conduite de machine en marche, mais que l'extrémité du tuyau qui la contient ne donne issue qu'à l'eau condensée) a été mesurée dans trois tuyaux en fer ayant environ 295 mètres de longueur, et des diamètres intérieurs de 100 millimètres, 71 et 47 millimètres respectivement. Il est vrai que ces tuyaux étaient enveloppés ; les condensations auxquelles ils ont donné lieu ne sont donc pas comparables avec celles des tuyaux nus, mais elles sont comparables entre elles. Ces tuyaux portaient uniformément une double enveloppe de tresse de paille recouverte de papier goudronné. Avec le tuyau de 100 millimètres, cinq expériences, dont deux à la pression de $3 \text{ kg} : \text{cm}^2$ et trois à celle de $6 \text{ kg} : \text{cm}^2$, ont accusé en moyenne une condensation de 795 grammes par mètre carré et par heure. Avec le tuyau de 71 millimètres, trois expériences, dont deux à $3 \text{ kg} : \text{cm}^2$ et une à $6 \text{ kg} : \text{cm}^2$, ont fourni une moyenne peu différente : 809 grammes par $\text{m}^2\text{-h}$. Mais, lorsqu'on passe au tuyau de 41 millimètres, sur lequel cinq expériences ont été faites, comme sur celui de 100 millimètres, à la pression de $3 \text{ kg} : \text{cm}^2$ pour deux d'entre elles et à $6 \text{ kg} : \text{cm}^2$ pour les trois autres, on voit la condensation moyenne s'élever à 1,8 kg par $\text{m}^2\text{-h}$.

(*) Étude sur les pertes de charge de l'air comprimé et de la vapeur dans les tuyaux de conduite. *Annales des Mines*, 9^e série, t. II, p. 541 et suiv.

Dans ces conditions, la condensation qui a lieu dans le tuyau de communication de vapeur d'un tube indicateur du niveau de l'eau ne saurait être calculée en partant des résultats d'observation relatifs aux conduites du genre de celles qui alimentent les machines. Les données expérimentales doivent être demandées à des essais spéciaux. Ceux dont il va être rendu compte tirent leur intérêt de cette remarque.

§ 2. **Expériences nouvelles.** — Ces essais ont été effectués sur l'une des chaudières à vapeur des Anciens Établissements Cail (*). Cette chaudière, horizontale à foyer intérieur, tubulaire et à flamme directe, de 50 m² de surface de chauffe, comprend deux corps superposés. Le corps inférieur, du type locomotive, contient le système de chauffage, composé du foyer et des tubes à fumée; le corps supérieur est un cylindre horizontal de 80 centimètres de diamètre, surmonté d'un dôme de prise de vapeur. Le plan d'eau, dans cet ensemble, s'élève jusqu'au tiers environ du diamètre vertical du corps supérieur. Les appareils indicateurs du niveau de l'eau, qui servent couramment à la conduite de la chaudière, comprennent un indicateur à glace plane, directement greffé par de courtes tubulures sur le fond d'avant du corps supérieur, et un système de robinets étagés.

Pour les expériences, on avait installé en outre, dans la position représentée par les *fig.* 5 et 6 (Pl. IV), un tube indicateur en verre EF, mesurant 10 mm de diamètre intérieur et 21,5 cm de hauteur visible entre ses montures; celles-ci, d'un modèle courant, portaient les robinets de

(*) M. Bougault, qui a bien voulu mettre cette chaudière à ma disposition et y faire installer la tuyauterie nécessaire aux expériences, et ses collaborateurs qui ont donné les soins les plus obligeants à la préparation des essais, voudront bien trouver ici l'expression de mes sincères remerciements.

communication D et G et le robinet purgeur R. La monture supérieure était reliée, par un tuyau BC, à une prise de vapeur A greffée sur la génératrice arrière du dôme vertical, à environ 86 centimètres au-dessus du plan d'eau.

Cette communication BC pouvait être à volonté faite d'un tuyau de 30, de 20 ou de 10 millimètres de diamètre intérieur ; dans les trois cas, le tuyau était en cuivre de 2,5 mm d'épaisseur, non enveloppé, et présentait sensiblement 4,7 m de développement entre ses brides terminales. Sur la plus grande partie de sa longueur, il courait près ou contre la surface du calorifuge dont est revêtu le générateur.

Avec chacun de ces tuyaux de communication, deux méthodes ont été employées. Dans l'une, comme dans les expériences de M. Chrétien, le tube de verre EF n'était pas relié à la chaudière par le bas, et servait simplement à recevoir l'eau de condensation qui se déversait à sa partie supérieure. On tenait le robinet de purge R entr'ouvert, et l'on réglait son ouverture de manière à avoir continuellement de l'eau à la base du tube de verre et de la vapeur à son sommet. Du robinet R pendait un tuyau de caoutchouc, à l'extrémité inférieure duquel l'eau était recueillie. L'expérience était prolongée le temps nécessaire pour recueillir plusieurs litres d'eau.

Dans l'autre méthode, la monture inférieure du tube de verre était reliée, par un tuyau HI de 10 millimètres, à un robinet de prise greffé sur la chaudière, comme la *fig. 6* le montre, un peu au-dessous du plan d'eau. Le tube de verre EF étant en état de fonctionnement normal, comme s'il avait constitué l'indicateur du niveau de l'eau de la chaudière, on fermait, à un instant donné, le robinet G de la communication inférieure : aussitôt, l'afflux d'eau de condensation n'étant plus compensé par un écoulement vers la chaudière, le niveau montait dans le tube

de verre. On notait le nombre de centimètres dont il s'emplissait et le temps nécessaire pour l'emplir : de la vitesse d'emplissage ainsi mesurée résultait la valeur de l'afflux.

Par la première méthode, le tuyau de 20 millimètres de diamètre intérieur a donné :

CONDENSATION PAR HEURE ET PAR MÈTRE CARRÉ.....	de surface	
	intérieure	extérieure
	kilogr.	kilogr.
A une pression moyenne légèrement supérieure à 5 kg : cm ²	6,5	5,2
A une pression variant de 9 à 10 1/2, moyenne vers 9 1/2 kg : cm ²	8,3	6,6

Ce sont les points figuratifs *a*, *b* des diagrammes, *fig. 3* et 4 (Pl. IV). Ils montrent approximativement comment, pour ce diamètre et dans ces conditions d'installation du tuyau, le taux de la condensation croît avec la pression.

D'autre part, la même méthode, appliquée aux tuyaux de 30 et de 10 millimètres de diamètre intérieur, sous une pression de 5 à 5 1/2 kg : cm², a donné :

CONDENSATION PAR HEURE ET PAR MÈTRE CARRÉ.....	de surface	
	intérieure	extérieure
	kilogr.	kilogr.
Tuyau de 30 mm intérieur	6,0	5,2
— 10 —	9,8	6,5

Ce sont les points figuratifs *c*, *d* des diagrammes. Leur comparaison entre eux et avec le point *a* montre que le taux de condensation augmente à mesure que le diamètre

du tuyau diminue. L'augmentation est surtout marquée pour le tuyau étroit : on a déjà remarqué une circonstance du même genre dans les résultats des essais de M. Ledoux.

En portant sur un diagramme, ayant les diamètres de tuyau pour abscisses et les condensations pour ordonnées, et relatif à la pression de $5\frac{1}{4}$ kg : cm², le résultat des expériences de M. Chrétien et ceux que nous venons d'obtenir, on trouve la *fig. 7*. Si l'on considère que les expériences de M. Chrétien et les nôtres n'ont pas eu lieu dans des conditions entièrement comparables, on voit que la concordance est satisfaisante dans la mesure où la nature des choses le comporte.

Passons aux résultats de la seconde méthode. Appliquée au tuyau de 20 millimètres, elle a donné :

CONDENSATION PAR HEURE ET PAR MÈTRE CARRÉ.....	de surface	
	interieure	extérieure
A une pression de $7\frac{1}{2}$ à $6\frac{3}{4}$ kg : cm ² ..	kilog. 6,3	kilogr. 5,0
— 8 à 9 kg : cm ²	7,2	5,8

Ce sont les points *e*, *f*, des *fig. 3* et *4*. Ils indiquent, comme cela devait être, une condensation croissante avec la pression ; mais il semble que cette seconde méthode fournisse systématiquement des nombres moindres que la première. Une différence dans le même sens entre les résultats des deux méthodes paraît s'être produite pour le tuyau de 30 millimètres (*).

Quant à l'application de la seconde méthode au tuyau de 10 millimètres, voici ce qu'elle a permis d'observer.

(*) Toutefois, je m'abstiens de donner les résultats numériques des observations faites avec le tuyau de 30 millimètres par la deuxième méthode, en raison d'incertitudes qui ont affecté les observations.

Avec ce tuyau, la venue d'eau est fort irrégulière ; pendant une même observation, malgré sa courte durée, il se faisait souvent des variations considérables dans l'allure de la venue d'eau, comme si le tuyau s'engorgeait et débitait son eau de condensation par paquets. Il a été fait 40 de ces observations, à des pressions variant de 9 à 131,2 kg : cm², disons en moyenne 11 kg : cm² environ ; 28 d'entre elles, soit les $\frac{7}{10}$, s'écartent de moins de 30 p. 100 de leur

moyenne générale, qui correspond à une condensation de 12,6 kg par heure et par mètre carré de surface intérieure du tuyau, ou 8,4 kg par mètre carré de surface extérieure. C'est le point figuratif *g* des diagrammes : on voit que ce point concorde avec le point figuratif *d* fourni par la première méthode pour ce même tuyau.

En résumé, les expériences dont il vient d'être rendu compte n'ont assurément pas une précision rigoureuse ; mais cette précision serait inutile à chercher, puisqu'un certain nombre des données, comme la position du tuyau condensant par rapport au revêtement calorifuge ou au massif du générateur, la ventilation de la chaufferie, etc., varient nécessairement dans une forte mesure d'une installation à une autre. Ces expériences suffisent à montrer d'une manière approximative comment le taux de condensation, qui croît avec la pression pour un tuyau donné, s'élève pour une même pression quand le diamètre du tuyau diminue. Cette variation semble surtout importante à partir d'une certaine limite de diamètre au-dessous de laquelle la venue d'eau dans le tube de verre est irrégulière, comme s'il se produisait des engorgements. Il est naturel que l'encombrement du tuyau condensant par l'eau de condensation soit d'autant plus accentué que le tuyau est plus étroit, puisque la surface condensante ne décroît que proportionnellement au diamètre, tandis que la section diminue comme son carré. Il est naturel aussi que

plus il y a une proportion importante d'eau dans le tuyau pour en mouiller les parois, plus les transmissions de chaleur et la condensation deviennent actives.

III. — CONSÉQUENCES DES ÉTRANGLEMENTS ; CONCLUSIONS DIVERSES.

§ 1. **Observations faites aux Établissements Cail.** — L'installation qui a servi aux expériences précédentes a encore permis quelques autres constatations. Il est bien connu qu'en étranglant suffisamment la communication de vapeur, on peut faire marquer à un tube de verre un niveau supérieur d'une quantité quelconque au niveau réel (*). C'est la conséquence directe du phénomène de distillation que nous venons d'étudier. La valeur de l'étranglement nécessaire pour un relèvement donné du niveau dans le tube dépend vraisemblablement du point où est situé cet étranglement : si celui-ci est à l'origine du tuyau de communication sur la chambre à vapeur de la chaudière, il agit sur un courant de vapeur dont le débit est égal à la condensation produite dans le tuyau ; si, au contraire, l'étranglement est voisin du tube de verre, la vapeur en ce point est à peu près complètement stagnante, mais c'est l'écoulement de l'eau condensée que cet étranglement contrarie.

Or il était facile d'étudier ce second cas, sur l'installation représentée par les *fig.* 5 et 6 de la Pl. IV, en fermant progressivement le robinet D. Les observations ont été faites alors que le tuyau de communication BC était celui de 30 millimètres de diamètre. Le robinet D, à pleine ouverture, offrait une section de passage de 95 mm². Quand il était fermé jusqu'à n'offrir plus que 2 mm² de sec-

(*) Fait déjà rappelé au cours de l'étude sur les précautions à prendre dans l'installation et l'emploi des tubes indicateurs, *loc. cit.*, p. 524.

tion libre, le tube de verre s'emplissait complètement : c'est ce qu'indique l'asymptote verticale correspondant à l'abscisse 2 sur la *fig. 8*. Pour des étranglements inoindres, correspondant à des ouvertures de 35 mm², 15 mm², 5 mm², on avait des élévations du niveau de plus en plus sensibles : la *fig. 8* donne deux exemples des relèvements progressifs ainsi obtenus. Mais l'effet le plus curieux à observer était celui d'une ouverture du robinet pour laquelle la section libre était d'environ 2,5 mm². Le niveau était alors instable et le régime oscillatoire : l'eau montait et descendait à intervalles fréquents, avec une amplitude d'oscillations de plusieurs centimètres ; parfois le tube finissait par s'emplir complètement et paraissait alors devoir rester plein ; dans un autre essai, où probablement l'ouverture du robinet correspondait plus rigoureusement à l'équilibre, le régime oscillatoire a semblé devoir durer indéfiniment.

On pouvait aussi obtenir un niveau incertain et un régime oscillatoire analogue, en étranglant à un degré convenable le robinet de communication inférieur G.

§ 2. **Remarques sur le manque d'eau de Montreuil.** — Ces constatations sont de nature à préciser les idées sur les troubles que certains étranglements peuvent apporter dans le fonctionnement des tubes de verre, et sur les apparences trompeuses auxquelles peuvent donner lieu certaines obstructions. La question est d'ailleurs complexe, et les perturbations possibles dépendent des circonstances particulières à chaque cas. Revenons, comme exemple, à celui du manque d'eau de Montreuil-sous-Bois.

D'après la *fig. 3*, lorsqu'un tuyau de communication de vapeur, comparable comme longueur, constitution et emplacement à ceux de nos expériences, mesure 20 millimètres de diamètre intérieur, et que la chaudière fonctionne sous la pression de 7 kg : cm², c'est aux environs de 7 kilogrammes par mètre carré de surface intérieure

et par heure qu'il y a lieu d'estimer le taux moyen de la condensation.

Supposons ce chiffre applicable au tuyau de communication supérieur *mnp* de la chaudière de Montreuil : il se condensait donc dans ce tuyau 1,4 kg de vapeur par heure, soit par seconde 0,39 g, correspondant à un volume de 94 cm³ de vapeur sous la pression de 7 kg : cm², et à un volume d'eau de 0,4 cm³ environ.

S'il n'y avait eu ni étranglement dans le système des tuyaux, ni perturbation dans le fonctionnement de la chaudière, le mouvement des fluides dans le sens *mnp*, causé par cette condensation, n'aurait sans doute pas engendré une perte de charge capable de modifier d'une manière sensible le niveau de l'eau dans le tube de verre.

Mais, pour expliquer les faits relatés par le chauffeur de Montreuil, ce n'est pas ainsi qu'il faut se représenter les choses.

Nous avons vu qu'un étranglement suffisamment fort du tuyau *mnp* peut relever le niveau de l'eau dans le tube de verre d'une quantité quelconque au-dessus du niveau réel. Comme hypothèse extrême, une obstruction complète en *m* fait rapidement monter le niveau de l'eau jusqu'à emplir de liquide tout le système. Ceci suppose, bien entendu, que l'extrémité *v* du tuyau inférieur plonge dans l'eau.

Or, faisons cette même hypothèse extrême d'une obstruction complète en *m*, mais en supposant que, par suite d'un manque d'eau (ou de l'existence d'un ciel de vapeur dans le bouilleur), l'extrémité *v* du tuyau de communication inférieur plonge dans la vapeur. Imaginons qu'à un certain instant il n'y ait que de la vapeur dans tout l'ensemble *mnprstuv*, et voyons, à partir de cet instant, ce qui va se passer.

La vapeur contenue dans *mnp* se condensant, il se fait un appel de vapeur dans le sens *vutrs*, tel que le tube de

verre est traversé de bas en haut par 94 cm^3 de vapeur à la seconde. En même temps, l'eau provenant de la condensation s'écoule dans le sens $mnpr$, et au point r , où existe un étranglement, il faut, pour qu'un régime s'établisse, que cette eau passe de haut en bas, à raison de $0,39\text{ cm}^3$ par seconde, pendant qu'un volume 240 fois plus grand de vapeur surgit de bas en haut. La vitesse ascendante de la vapeur est 120 cm par seconde dans le tube de verre ($94:0,785$), mais elle est beaucoup plus grande au passage de l'étranglement r . On conçoit que l'eau repoussée et brassée par cette vapeur ne franchisse l'étranglement que par intermittences, et, ayant besoin d'une certaine charge pour forcer le passage, s'accumule sur une hauteur notable au-dessus du point r . Un phénomène analogue doit se produire aussi dans la partie verticale pn du tuyau de cuivre, au-dessus de l'étranglement existant en p . Quant au tuyau inférieur $rstuv$, on peut supposer que l'eau qui parvient à franchir le passage r et celle qui se forme par condensation dans ce tuyau inférieur lui-même s'écoulent, en sens inverse de l'ascension de la vapeur, sans que les mouvements s'y contrarient sensiblement, sauf peut-être dans une certaine mesure au-dessus du coude t .

Il est possible que, dans l'hypothèse où nous nous sommes placés, celle d'une obstruction totale en m , il ne puisse s'établir aucun régime avant que le tube de verre soit complètement plein. Si tel est le cas, c'est qu'il n'y avait pas lieu d'aller jusqu'à cette hypothèse extrême, et qu'il faut supposer, par exemple, qu'il existe seulement en m un étranglement. Dans cette nouvelle hypothèse, partons, comme ci-dessus, d'un instant où de la vapeur seule emplit le système depuis m jusqu'en v . Dans les premiers instants qui suivent, la vapeur appelée dans mn par la condensation trouve un chemin plus facile par $vutrsp$ qu'à travers l'étranglement m et le tuyau mn ; les choses

commencent donc par se passer à peu près comme dans notre première hypothèse ; mais, à mesure que l'eau s'accumulera au-dessus des points r et p , la pression baissera légèrement dans mn , une partie croissante de l'afflux de vapeur aura lieu par m , une partie décroissante par le chemin ascendant, et un régime s'établira pour une certaine hauteur de la colonne d'eau bouillonnante dans le tube de verre.

Ce niveau d'équilibre dynamique pourra d'ailleurs subir des oscillations, comme le niveau instable observé dans l'une de nos expériences. Si l'on ouvre le robinet de purge du tube de verre, toute l'eau sera chassée ; puis, une fois ce robinet refermé, le régime se rétablira progressivement comme ci-dessus.

On peut ainsi rendre compte des faits accusés par le chauffeur de Montreuil. Naturellement nous ne saurions affirmer l'exactitude de chacun des détails de l'explication ; mais, si cet ouvrier a été véridique, ce doit être, aux détails près, à un phénomène de ce genre que se rapporte son récit.

BULLETIN.

INDUSTRIE MINÉRALE DE LA RUSSIE EN 1895.

Le dernier *Compte rendu du Département des Mines*, en Russie, donne sur la production minérale ou métallurgique de ce pays en 1895 les renseignements approximatifs suivants :

Substances produites	Production tonnes
Combustibles minéraux.....	9.009 000
Naphte.....	6.978.000
Sel.....	1.548.000
Fonte.....	1.427.000
Cuivre.....	5.600
Zinc.....	5.000
Mercure.....	434
	kilogrammes
Or.....	41.102
Argent.....	3.531
Platine.....	4.416

Le document officiel néglige, dans la nomenclature qu'il donne, certains produits, dont la plupart n'offrent d'ailleurs qu'un intérêt médiocre. Nous le complétons en rappelant ci-dessous la production, en 1894, des substances omises.

	tonnes		tonnes
Plomb.....	743	Fer chromé.....	7.537
Étain.....	4	Pyrites de fer,...	19.801
Manganèse.....	243.496	Asphalte.....	16.054

Le nombre des ouvriers employés à l'extraction, à la préparation et à la fabrication des différentes substances dont on vient d'énumérer la production atteint, pour 1895, un total de 460.000 personnes, parmi lesquelles 89.000 travaillent aux mines d'or et de platine, 7.500 dans les exploitations de naphte, 22.000 sur les salines et 341.500 dans les hauts-fourneaux, fabriques et exploitations minérales diverses.

**PRODUCTION DU PÉTROLE ET DE L'OZOKÉRITE EN GALICIE
PENDANT L'ANNÉE 1895.**

La production du pétrole en Galicie a été de 188.634 tonnes en 1895, au lieu de 111.930 l'année précédente. Elle s'est donc accrue de 76.704 tonnes, soit de 60 p. 100, en un an.

Le prix moyen a fléchi de 13 fr. 60 par tonne et a atteint seulement 58 fr. 46. La valeur totale a été sur le carreau de 11.026.952 francs.

Le personnel ouvrier s'est composé de 4.318 hommes et de 5 femmes. Il a présenté une augmentation de 1.048 hommes, mais une diminution de 26 femmes et de 3 jeunes gens, par rapport à l'exercice précédent.

La production de l'ozokérite a atteint 6.764 tonnes, 21 tonnes de plus qu'en 1894. Sa valeur a été de 4.394.494 francs, représentant un prix moyen de 679 fr. 25 à la tonne. Ce dernier indique une hausse de 101 fr. 05 par tonne.

Les ouvriers employés à l'extraction et à la préparation de l'ozokérite ont été au nombre de 4.870, soit 23½ de moins qu'en 1894. Ils se décomposent de la manière suivante : 4.563 hommes, 287 femmes, 20 jeunes gens. On a compté 40 femmes et 18 enfants de plus que l'année précédente, 292 hommes de moins.

(*Extrait du Statistisches Jahrbuch des k. k. Ackerbau-Ministeriums für 1895.*)

LOIS, DÉCRETS ET ARRÊTÉS

CONCERNANT

LES MINES, CARRIÈRES, SOURCES D'EAUX MINÉRALES,
CHEMINS DE FER EN EXPLOITATION, ETC.

Décret du Président de la République, du 1^{er} mai 1897, portant institution de la concession des mines de pyrite de fer et autres métaux connexes des ARMENTIERS (Isère).

(EXTRAIT.)

Art. 1^{er}. — Il est fait concession à M. Poncin Henri-Athanas) des mines de pyrite de fer et autres métaux connexes comprises dans les limites ci-après définies, communes de la Garde et d'Auris, arrondissement de Grenoble, département de l'Isère.

Art. 2. — Cette concession, qui prendra le nom de *concession des Armentiers*, est limitée, conformément au plan annexé au présent décret, ainsi qu'il suit:

Au *nord*, par deux lignes droites joignant, la première, le point de rencontre G de l'axe du chemin de la ville à l'Armentier-le-bas avec l'axe de la Combe-la-Tire, au point de rencontre H de l'axe du chemin de la Garde au Freney avec l'axe du chemin de la Garde à Auris; la seconde, ledit point H au point de rencontre I de l'axe du chemin de la Garde au Freney avec l'axe du chemin allant de la maison Faure au Freney;

A l'*est*, par une ligne droite joignant ledit point I au clocher d'Auris, point J;

Au *sud*, par une ligne droite joignant le clocher d'Auris à la fontaine des Aures, point K, point commun aux limites des communes d'Auris, de la Garde et du Bourg-d'Oisans;

A l'*ouest*, par une ligne droite, joignant ledit point K au point G, point de départ;

Lesdites limites renfermant une étendue superficielle de trois cent soixante-quatorze hectares (374 hect.).

Art. 3. — Il n'est rien préjugé au sujet des gîtes de tout minéral étranger à la pyrite de fer et autres métaux connexes qui peuvent exister dans l'étendue de la concession des Armentiers.

La concession de ces gîtes de minéral pourra être ultérieurement accordée, s'il y a lieu, dans les formes ordinaires, soit au concessionnaire des mines des Armentiers, soit à une autre personne.

Art. 4. — Les droits attribués aux propriétaires de la surface par les articles 6 et 42 de la loi du 21 avril 1810, modifiée par la loi du 27 juillet 1880, sur le produit des mines concédées, sont réglés à une redevance annuelle de cinq centimes (0 fr. 05) par hectare de terrain compris dans la concession.

Art. 5. — Le concessionnaire se conformera aux dispositions du cahier des charges annexé au présent décret, et qui est considéré comme en faisant partie essentielle.

Art. 6. — Si le concessionnaire veut renoncer à la totalité ou à une partie de la concession, etc. (*).

Art. 7. — Le présent décret sera publié et affiché, aux frais du concessionnaire, dans les communes sur lesquelles s'étend la concession.

Art. 8. — Le ministre des travaux publics est chargé de l'exécution du présent décret, qui sera inséré, par extrait, au *Bulletin des lois*.

Fait à Paris, le 1^{er} mai 1897.

FÉLIX FAURE.

Par le Président de la République :

Le Ministre des travaux publics,

TURREL.

CAHIER DES CHARGES

DE LA CONCESSION DES ARMENTIERS,

Conforme au cahier des charges de la concession de Tama (Voir *suprà*, p. 10).

Art. 1^{er}. — *Délai d'abornement*: Trois mois.

(*) Conforme à l'article 6 du décret du 19 janvier 1897 instituant la concession de Tama (Voir *suprà*, p. 7).

Art. 5. — *Distance réservée aux abords des cours d'eau : 20 mètres.*

Art. 6. — *Zone de protection des chemins de fer : 50 mètres.*

Décret du Président de la République, du 9 mai 1897, portant modification du décret, du 23 septembre 1876, qui avait autorisé l'établissement d'une fabrique de dynamite au plateau d'ABLON (Calvados) ().*

(EXTRAIT.)

Art. 1^{er}. — Les paragraphes 9, 10 et 11 de l'article 1^{er} du décret susvisé, en date du 25 septembre 1876, sont rapportés et remplacés par les dispositions suivantes :

§ 9. — Les installations du bâtiment n° 27 pour la préparation de la nitroglycérine comprendront :

2 appareils à nitration ;

4 séparateurs ;

1 cuve de lavage.

Les appareils seront superposés de façon que les matières passent successivement des unes aux autres par des conduites appropriées.

Chaque appareil à nitration produira au maximum 125 kilogrammes de nitroglycérine par opération.

La nitration dans un des deux appareils ne devra pas commencer avant que la nitration dans l'autre appareil soit complètement terminée.

Chaque séparateur contiendra également au maximum 125 kilogrammes de nitroglycérine.

Il ne pourra être lavé à la fois dans la cuve de lavage plus de 250 kilogrammes de nitroglycérine.

Les opérations devront être conduites de telle sorte qu'il n'y ait jamais plus de 625 kilogrammes de nitroglycérine dans l'atelier.

(*) Volume de 1876, p. 206. — Voir les décrets du 21 mars 1891 et 9 novembre 1893 (volumes de 1891, p. 58, et de 1893, p. 527), modifiant également le décret de 1876.

L'atelier n° 28 comprendra quatre cuves pouvant contenir chacune au maximum 250 kilogrammes de nitroglycérine.

Le travail de cet atelier sera conduit de telle sorte qu'au maximum deux des cuves, sur quatre, soient remplies de nitroglycérine.

Le même atelier comprendra, en outre, deux filtres qui ne pourront contenir, en tout, plus de 250 kilogrammes de nitroglycérine.

Des essais faits sur la nitroglycérine sortant des cuves devront constater sa parfaite neutralité avant le passage au filtre.

Les deux ateliers n° 29 serviront à l'incorporation de la nitroglycérine. Elle aura lieu dans des pétrins en bois ou en plomb contenant chacun 100 kilogrammes de dynamite au maximum.

Chacun de ces deux ateliers ne contiendra pas plus de huit pétrins.

L'encartouchage se fera dans les ateliers n° 32, par lots de dynamite de 50 kilogrammes au maximum.

Le travail d'encartouchage sera conduit de telle sorte que chacune des cartoucheries n° 32 contienne au plus 50 kilogrammes de dynamite en vrac et 50 kilogrammes de dynamite en cartouches.

Les cartouches terminées seront transportées aux ateliers n° 32, où se fera l'emballage.

§ 10. — Le nombre maximum d'ouvriers des deux sexes employés dans chaque atelier sera de :

3 pour le bâtiment n° 27 ;

2 pour le bâtiment n° 28 ;

6 pour chacun des bâtiments n° 29 ;

8 pour chacune des cartoucheries n° 32 ;

6 pour chacun des ateliers d'emballage n° 32.

Ces nombres comprennent le chef ouvrier responsable qui dirige chaque atelier ; ils ne comprennent ni les surveillants ni les pourvoyeurs, dont la présence dans les ateliers n'est qu'accidentelle.

Dans les autres parties de l'usine, le nombre des ouvriers variera suivant les besoins.

§ 11. — Lorsque les diverses opérations ci-dessus décrites ne seront pas accomplies à la lumière du jour, les ateliers devront être éclairés par des lampes électriques à incandescence placées extérieurement aux ateliers et fournissant une lumière suffisante dans toutes les parties.

A la fin de chaque journée, aucune matière explosive fabriquée ou en cours de fabrication ne devra exister dans aucun des ateliers susmentionnés, sauf dans les ateliers n° 29 et dans le dépôt de dynamite n° 31, pour permettre la reprise du travail du lendemain.

Dans aucun cas, ces ateliers ne pourront contenir de nitroglycérine, laquelle devra être transformée en dynamite à la fin de chaque journée.

Un nettoyage général aura lieu chaque soir, de manière que, le lendemain, la fabrication soit reprise sur nouveaux frais, comme si aucune opération n'avait eu lieu la veille.

Art. 2. — Le maximum de 200 kilogrammes de coton collodion fixé par l'article 7 du décret susvisé, en date du 9 novembre 1893, est élevé à 500 kilogrammes de matière calculée sèche.

Art. 3. — Un délai de six mois, à partir de la notification du présent décret à la société, lui est accordé pour apporter aux installations du séchoir à coton azotique humide de sa fabrique d'Ablon toutes les modifications nécessaires, dans le but d'assurer l'entière exécution des prescriptions du décret susvisé du 19 août 1893 (*).

(*) Décret du 19 août 1893. — Extrait :

Art. 1^{er}. — Les séchoirs à coton azotique humide employés dans les fabriques de dynamite d'Ablon (Calvados), de Cugny (Seine-et-Marne) et de Paulilles (Pyrénées-Orientales) doivent remplir les conditions ci-après.

Art. 2. — La température des appareils de chauffage à leur entrée dans le séchoir et, par conséquent, en un point quelconque de l'atelier, ne devra pas être supérieure à 65 degrés centigrades; des thermomètres avertisseurs, placés dans l'intérieur de l'atelier, seront disposés de façon à prévenir par une sonnerie dès que la température dépassera ce chiffre.

Les appareils de chauffage seront, en outre, établis de manière que les poussières de coton-poudre ne puissent être entraînées en dehors du séchoir et transportées en des points dont la température serait supérieure à 65 degrés.

Art. 3. — La température à laquelle le coton-poudre sera portée pendant le séchage ne dépassera pas 55 degrés.

Art. 4. — Toute opération de transvasement, mise en sac, pesage, etc., sera interdite à l'intérieur du séchoir; la préparation des récipients contenant le coton-poudre humide sera faite dans un autre atelier, de manière que l'on n'ait qu'à placer ces récipients sur les appareils de séchage et à les enlever avec leur contenu, sans toucher à ce dernier, quand le séchage sera terminé.

Art. 5. — Le poids de chacun des récipients chargés de coton-poudre humide ne devra pas dépasser huit kilogrammes (8 k.).

Art. 6. — Les appareils seront disposés de façon que toutes les parties soient accessibles, faciles à visiter et à nettoyer, et que les opérations

Art. 4. — Les ministres du commerce, de l'industrie, des postes et des télégraphes, de l'intérieur, des finances et de la guerre, sont chargés, chacun en ce qui le concerne, etc.

Décret du Président de la République, du 25 mai 1897, portant rejet de la demande de M. LINDENMEYER en extension, sur le territoire des communes de VOGLANS, SONNAZ et CHAMBÉRY-LE-VIEUX (Savoie), de la concession des mines de lignite de LA CREUSE ()*.

Décret du Président de la République, du 27 mai 1897, autorisant M. BERTHIER à exécuter des recherches de mines métalliques à SAINT-LAURENT-LE-MINIER (Gard), nonobstant le refus du propriétaire du sol.

Le Président de la République française,
Sur le rapport du ministre des travaux publics,
Vu la pétition présentée, le 31 octobre 1896, par M. Berthier, à l'effet d'obtenir l'autorisation d'effectuer des recherches de minerais métalliques, dans les parcelles n^{os} 1208, 1212 et 1213 du

de chargement et de déchargement puissent être opérées sans chocs ni frottements dangereux.

Art. 7. — La quantité totale de coton-poudre que pourra contenir un séchoir, sauf dans des cas exceptionnels d'isolement, sera limitée à cent cinquante kilogrammes (150 k.).

Art. 8. — Les séchoirs seront construits comme les autres bâtiments de la fabrication renfermant des matières susceptibles de faire explosion, c'est-à-dire avec des parois et une toiture légères, autant que possible avec des matériaux incombustibles ne présentant aucun vide où la poussière de coton-poudre pourrait se loger ou séjourner.

Art. 9. — Les séchoirs qui seraient construits ultérieurement devront être établis dans les mêmes conditions.

Art. 10. — Les dispositions qui précèdent seront exécutoires à partir du 1^{er} septembre 1893.

Art. 11. — Les ministres du commerce, de l'industrie et des colonies, de l'intérieur, des finances et de la guerre, sont chargés, etc.

(*) Concession instituée par décret du 18 novembre 1877 (volume de 1877, p. 436).

plan cadastral de la commune de Saint-Laurent-le-Minier (Gard), appartenant à M. Coularou; ensemble les pièces à l'appui;

Les observations de la Société civile des mines de Malines, autorisée par M. Coularou à faire des recherches dans les parcelles précitées, du 2 janvier 1897, et les observations de M. Coularou, du 16 janvier;

Les rapport et avis du service des mines, des 19 février-1^{er} mars 1897;

L'avis du préfet, du 12 avril 1897;

L'avis du conseil général des mines, du 14 mai 1897;

Vu la loi du 21 avril 1810, modifiée par la loi du 27 juillet 1880 (*),

Décète :

Art. 1^{er}. — M. Berthier est autorisé à effectuer des recherches de mines métalliques dans les parcelles n^{os} 1208 et 1212 du cadastre de la commune de Saint-Laurent-le-Minier (Gard), appartenant à M. Coularou, dans la région située à l'ouest d'une ligne méridienne AB, passant par l'angle sud-est de la parcelle n^o 1211, point A du plan annexé au présent décret.

Art. 2. — Le permissionnaire paiera, s'il y a lieu et préalablement à tous travaux, au propriétaire du sol, et conformément à la loi du 21 avril 1810, modifiée par celle du 27 juillet 1880, les indemnités qui pourraient lui être dues à raison de l'occupation des terrains.

Art. 3. — La durée de la présente permission est fixée à deux années, qui commenceront à partir du jour où la notification en aura été faite au permissionnaire. Elle cessera de plein droit si, avant l'expiration de ce délai, une concession de mines vient à être instituée dans le terrain dont il s'agit.

Art. 4. — Les travaux devront être mis en activité dans un délai de trois mois, à dater de l'époque fixée par l'article précédent.

Art. 5. — Tous travaux d'exploitation sont formellement interdits. Le permissionnaire ne pourra pratiquer que des travaux de reconnaissance ou de recherches, et sera tenu de se conformer, pour la conduite de ces travaux et la sûreté des ouvriers, aux instructions qui lui seront données par le préfet sur le rapport des ingénieurs des mines.

Il lui est également interdit de disposer du produit de ses recherches sans y avoir été préalablement autorisé par l'Administration.

(*) Volume de 1880, p. 239.

Art. 6. — Le permissionnaire tiendra constamment en ordre et à jour, sur le carreau de la mine, le plan des travaux exécutés et un registre constatant les principales circonstances de l'allure des couches, la nature du toit et du mur, le jaugeage des eaux affluentes, les quantités de minerai amenées au jour et le nombre des ouvriers employés, tant à l'intérieur qu'à l'extérieur.

Ces plan et registre seront communiqués aux ingénieurs et aux contrôleurs des mines, lors de leurs visites.

Art. 7. — La présente autorisation est donnée sous la réserve expresse des droits des tiers et notamment de ceux résultant de l'article 11 de la loi du 21 avril 1810, modifiée par celle du 27 juillet 1880.

En cas d'interruption des travaux sans cause reconnue légitime, d'inexécution des conditions ci-dessus prescrites ou d'infraction aux lois et règlements sur les mines, la permission sera retirée sans préjudice de l'interdiction des travaux, qui pourra être prononcée conformément à l'article 8 de la loi du 27 avril 1838 (*), et des poursuites qui seraient exercées en vertu du titre X de la loi du 21 avril 1810.

Art. 8. — Il n'est rien préjugé sur le choix qui pourra être fait ultérieurement d'un concessionnaire pour les mines que les travaux auraient fait découvrir.

Art. 9. — Le présent décret sera affiché dans la commune de Saint-Laurent-le-Minier, à la diligence du maire de cette commune et aux frais du permissionnaire, dans le délai d'un mois à partir de la notification qui en aura été faite à ce dernier.

Art. 10. — Le ministre des travaux publics est chargé de l'exécution du présent décret.

Fait à Paris, le 27 mai 1897.

FÉLIX FAURE.

Par le Président de la République :

Le Ministre des travaux publics,

TURREL.

(*) *Annales des Mines*, 2^e volume de 1838, p. 557.

Décret du Président de la République, du 27 mai 1897, modifiant le décret du 9 novembre 1853, relatif à l'admission à la retraite des fonctionnaires et agents de l'État.

RAPPORT

AU PRÉSIDENT DE LA RÉPUBLIQUE FRANÇAISE.

Monsieur le Président,

Aux termes de l'article 47 du décret du 9 novembre 1853, rendu pour l'exécution de la loi du 9 juin précédent^(*), les fonctionnaires admis à faire valoir leurs droits à la retraite peuvent être maintenus momentanément en activité, mais seulement dans le cas où l'intérêt du service l'exige.

Cette disposition trop restrictive ne permet pas de remédier à la situation défavorable dans laquelle se trouvent les fonctionnaires civils, lorsque, étant admis à la retraite, ils quittent leur emploi et ne reçoivent aucune rémunération de l'État pendant les délais nécessaires à la liquidation de leur pension.

Au cours de la discussion du budget de 1897, l'attention avait été appelée sur ce point et le Gouvernement avait pris l'engagement d'améliorer, par une modification de l'article 47 du décret de 1853, la situation des fonctionnaires admis à la retraite.

Il ne saurait être question de créer en leur faveur un droit absolu de continuer dans tous les cas leurs fonctions postérieurement à leur admission à la retraite.

D'une part, en effet, pour tous les agents qui ont un manquement de deniers ou de matières, la liquidation de la pension ne peut être effectuée que sur la production d'un certificat de non-débet, ce qui implique la cessation des fonctions. D'autre part, il n'est pas possible d'autoriser le maintien provisoire en activité de fonctionnaires admis à la retraite, soit par suite d'invalidité, soit par suite d'accident ou d'infirmités, puisque, dans ces divers cas, le droit à une pension exceptionnelle n'est ouvert, aux termes de la loi de 1853, que si l'intéressé a été reconnu hors d'état de continuer ses fonctions.

(*) Volume de 1853, p. 146 et 366.

La modification qu'il y aurait lieu d'apporter à l'article 47 du décret du 9 novembre 1853 aurait donc pour but de maintenir en activité, dans les limites compatibles avec l'intérêt du service, les fonctionnaires admis à la retraite pour ancienneté, afin de restreindre au minimum le délai qui s'écoule entre la cessation de leurs fonctions et le premier paiement des arrérages de leur pension.

La prolongation des services, pour les agents en instance de pension, serait ainsi la règle pour l'avenir. La cessation immédiate des fonctions, dès que l'admission à la retraite est prononcée, deviendrait, au contraire, l'exception.

Avantageuse aux serviteurs de l'État, cette mesure aura en outre pour effet de réduire dans une certaine proportion les charges de la dette viagère.

Telles sont, monsieur le Président, les considérations qui m'ont amené à préparer le projet de décret ci-joint, qui a été adopté par le conseil d'État et que j'ai l'honneur de soumettre à votre haute sanction.

Je vous prie d'agréer, monsieur le Président, l'hommage de mon profond respect.

Le Ministre des finances,
Georges COCHERY.

Le Président de la République française,

Sur le rapport du ministre des finances,

Vu la loi du 9 juin 1853 (*);

Vu le décret du 9 novembre 1853 (**), portant règlement d'administration publique pour l'exécution de ladite loi;

Le conseil d'État entendu,

Décrète :

Art. 1^{er}. — L'article 47 du décret du 9 novembre 1853 est modifié ainsi qu'il suit :

« Le fonctionnaire admis à faire valoir ses droits à la retraite pour ancienneté, par application des paragraphes 1 et 2 de l'article 5 de la loi du 9 juin 1853, continue à exercer ses fonctions jusqu'à la délivrance de son brevet de pension, à moins de décision contraire rendue sur sa demande ou motivée soit par la suppression de son emploi, soit par l'intérêt du service.

« Après la délivrance de son brevet de pension, il peut encore,

(*) Volume de 1853, p. 146.

(**) d° p. 366.

lorsque l'intérêt du service l'exige, être maintenu momentanément en activité.

« En cas de prolongation de ses services, conformément aux deux paragraphes précédents, il ne peut y avoir lieu à un supplément de liquidation, et la jouissance de la pension part du jour de la cessation effective du traitement.

« Les dispositions du présent article ne sont pas applicables aux fonctionnaires tenus de produire un certificat de non-débet. »

Art. 2. — Le présent décret ne sera appliqué qu'aux fonctionnaires admis à faire valoir leurs droits à la retraite après sa promulgation.

Art. 3. — Le ministre des finances est chargé de l'exécution du présent décret, qui sera publié au *Journal officiel* et inséré au *Bulletin des lois*.

Fait à Paris, le 27 mai 1897.

FÉLIX FAURE.

Par le Président de la République :

Le Ministre des finances,
Georges COCHERY.

CIRCULAIRES ET INSTRUCTIONS

ADRESSÉES

AUX PRÉFETS, AUX INGÉNIEURS DES MINES, ETC.

—

CHEMINS DE FER. — TRAINS OUVRIERS.

A MM. les Administrateurs de la Compagnie d chemin de fer d

Paris, le 10 mai 1897.

Messieurs, jusqu'ici les compagnies de chemins de fer n'ont pas donné une publicité suffisante aux dispositions qu'elles ont adoptées pour le transport des ouvriers dans la banlieue de Paris et des centres industriels de province. Le fait a été constaté tout récemment au cours d'une discussion à la Chambre des députés, et le Gouvernement a accepté un ordre du jour tendant à ce que cette lacune fût comblée.

D'autre part, les renseignements concernant les trains ouvriers sont le plus souvent épars dans les tableaux de la marche générale des trains, de sorte que, pour faire un travail d'ensemble et à peu près uniforme, les bureaux de l'Administration centrale éprouvent de sérieuses difficultés et perdent surtout beaucoup de temps.

En vue de remédier à cet état de choses, aussi bien que pour entrer dans les vues du Parlement, je vous prie de vouloir bien publier, à chaque changement de service d'été et d'hiver, des affiches spéciales des trains ouvriers, avec toutes les indications utiles, et d'en joindre trois exemplaires à vos propositions de marche de trains relatives auxdits services. Vous voudrez bien, en outre, me faire parvenir également, pour les besoins de mes bureaux, deux séries de trois exemplaires chacune (l'une pour Paris, l'autre pour la province) du tableau dont ci-dessous le modèle :

RÉSEAU D

SERVICE DES TRAINS OUVRIERS DE OU POUR

SAISON D 189 ..

TRAINS MIS A LA DISPOSITION DES OUVRIERS.

Ligne de à

pour venir à Paris :

Train n°	arrivant à Paris à	matin (prend les ouvriers à partir de	située à	kil. de Paris).
Train n°	id. à	matin (id. de	—	—

pour revenir de Paris :

Le matin.	{	Train n°	partant de Paris à	matin.
		Train n°	partant de Paris à	matin.
L'après-midi.	{	Train n°	partant de Paris à	après-midi.
		Train n°	partant de Paris à	après-midi.
Le soir	{	Train n°	partant de Paris à	soir.
		Train n°	partant de Paris à	soir.

Ligne de à

En résumé, les ouvriers disposent, dans le service actuel :

1° Sur la ligne de.....

A l'arrivée à Paris, detrains le matin.	} Total :trains.
Au départ de Paris, de	.....trains le matin.
trains l'après-midi.		} Zone : .....kilomètres.
	.....trains le soir.

2° Sur la ligne de.....

3° Sur la ligne de.....

=====
 Veuillez m'accuser réception de la présente circulaire.
 Recevez, etc.

Le Ministre des travaux publics,
TURREL.

PERSONNEL. — FONCTIONNAIRES SE LIVRANT AU COMMERCE.

A M. , Ingénieur en chef des

Paris, le 14 mai 1897.

Monsieur l'Ingénieur en chef, plusieurs administrations ont constaté que certains fonctionnaires se livraient à des opérations commerciales soit ouvertement, soit sous le couvert de prénoms. Le Gouvernement ne saurait admettre une telle situation.

Je tiens donc à rappeler, d'une manière générale, aux agents du ministère des travaux publics que les fonctionnaires doivent toute leur activité au service de l'État.

Ils ne pourraient que perdre une partie de leur autorité dans cette confusion des fonctions administratives et des affaires commerciales ; ils s'exposeraient à être accusés de subordonner leurs devoirs professionnels à des préoccupations personnelles et à être suspectés d'employer une autorité qui leur est déléguée pour assurer une prompte et juste administration, à favoriser des intérêts particuliers et à créer au commerce une concurrence facile.

Je vous prie donc, Monsieur l'Ingénieur en chef, de renouveler expressément ces prescriptions aux agents de tous ordres placés sous votre direction. Vous mettrez en demeure d'opter ceux qui ne s'y seraient pas conformés.

Recevez, etc...

Le Ministre des travaux publics,
TURREL.

ORGANISATION DU CONTRÔLE DES VOIES FERRÉES DES QUAIS
DES PORTS MARITIMES OU FLUVIAUX.

A Monsieur le Préfet du département d

Paris, le 15 mai 1897.

Monsieur le Préfet, j'ai l'honneur de vous adresser ampliation d'un arrêté du 29 avril dernier (*) relatif à l'organisation du con-

(*) Voir *suprà*, p. 269.

trôle des voies ferrées des quais des ports maritimes ou fluviaux.

Les fonctionnaires du contrôle commercial seront de droit, dans chaque service, ceux qui sont indiqués à l'article 6 de cet arrêté. Il n'y a donc pas lieu de les désigner nommément. Au contraire, il convient de choisir les conducteurs ou agents qui, aux termes de l'article 5, seconderont, dans chaque port, l'ingénieur ordinaire chargé du contrôle technique. MM. les ingénieurs en chef auront à m'adresser des propositions pour la désignation de ces agents, qui devront être en nombre aussi restreint que possible.

Il est bien entendu, d'ailleurs, que ces derniers devront figurer dans les propositions, non pas sous leur nom, mais seulement sous l'indication du service dont ils sont titulaires, de telle sorte qu'il n'y ait pas lieu, dans l'avenir, de procéder à une nouvelle investiture chaque fois que l'un d'eux viendra à être remplacé.

J'adresse ampliation de la présente circulaire à MM. les ingénieurs en chef.

Recevez, etc.

Le Ministre des travaux publics.

Pour le ministre et par autorisation :

Le Directeur du personnel et de la comptabilité,
RABEL.

CHEMINS DE FER. — PRIMES DES MÉCANICIENS. — ENREGISTREURS
DE VITESSE.

A MM. les Administrateurs de la Compagnie d chemin de fer d

Paris, le 28 mai 1897.

Messieurs, par une circulaire ministérielle en date du 2 décembre 1895 (*), les services de contrôle ont été invités à provoquer les observations des compagnies et à fournir un rapport sur la question des primes des mécaniciens, envisagée dans son ensemble au point de vue de la sécurité de l'exploitation, ainsi que sur la question de généralisation de l'emploi, sur les locomotives, des appareils enregistreurs de vitesse.

(*) Volume de 1895, p. 525.

Les résultats de cette étude ont été soumis au comité de l'exploitation technique des chemins de fer.

Le comité a constaté que les primes de temps gagné ou de régularité de marche et les primes d'économie de combustible, qui ont été instituées à la fois pour éviter le gaspillage de la houille et assurer la régularité du service, qui est une des principales garanties de la sécurité, comportent en elles-mêmes et sous forme de retenues, en cas de faute, des correctifs dont l'effet pondérateur est de nature à contre-balancer, dans une certaine mesure, les intérêts divers qu'elles mettent en éveil dans l'esprit des mécaniciens. Il a donc pensé que ces différents systèmes de primes ne devaient pas actuellement donner lieu à intervention de l'Administration supérieure et qu'ils pouvaient être maintenus moyennant l'adoption d'appareils permettant de contrôler pratiquement la vitesse des trains à tout instant et de déceler les abus qui peuvent se commettre, notamment à la descente des pentes.

Abordant ainsi la question des enregistreurs de vitesse, le comité l'a appréciée de la manière suivante :

Sur les faibles déclivités, il n'est pas pratiquement possible d'atteindre des vitesses excessives, à moins d'augmenter considérablement la consommation du combustible et, sur les pentes très rapides, la conscience du danger et la crainte de ne pouvoir maîtriser leur vitesse empêchent généralement les mécaniciens de commettre des imprudences. Il ne peut donc exister de danger véritable que sur les déclivités moyennes, telles que celles de 5 à 15 millimètres ; or il est aisé de s'en affranchir par la constatation matérielle et continue des vitesses au moyen d'appareils enregistreurs établis sur les machines et par une répression sévère des fautes ainsi mises en évidence.

Les objections formulées contre l'emploi de ces appareils (absence de type complètement satisfaisant d'enregistreur continu, élévation du prix d'achat des appareils, travail et dépenses considérables pour le dépouillement des diagrammes) ne sont pas péremptoires. Car, d'une part, les nombreux appareils employés déjà soit en France, soit à l'étranger, semblent susceptibles d'une application courante et ont beaucoup baissé de prix depuis l'origine ; d'autre part, il serait facile de simplifier le dépouillement des diagrammes en se bornant à des vérifications par épreuves qui n'en tiendraient pas moins en éveil la vigilance des mécaniciens, d'autant plus qu'une constatation serait toujours aisée à faire lorsque le degré de vitesse d'un train serait mis en cause. Les compagnies ont, d'ailleurs, répondu à ces diverses

objections en faisant elles-mêmes des applications très larges des enregistreurs. Il est à souhaiter qu'elles persévèrent dans cette voie, qu'elles multiplient ces applications le plus vite et dans la plus large mesure possible et qu'elles donnent la préférence, si faire se peut, à des appareils complétés par un mécanisme indiquant la vitesse à chaque instant.

En somme, le but à poursuivre doit être de munir chaque machine d'un enregistreur, lequel, abstraction faite de la question de sécurité, fournira toujours des indications utiles. On doit admettre toutefois que les compagnies ne procèdent, pour en arriver là, que par étapes successives, en commençant par les machines les moins stables, par celles qui remorquent les trains dont la vitesse normale est voisine du maximum autorisé, et par les lignes où une allure trop rapide peut être dangereuse, en raison d'un défaut de solidité de la voie ou de circonstances particulières de leur profil. De cette façon, la dépense pourrait être répartie sur plusieurs exercices et les compagnies resteraient à même de profiter de l'expérience progressivement acquise et des perfectionnements réalisés dans la construction des appareils.

La généralisation des enregistreurs-indicateurs de vitesse ne doit pas, bien entendu, avoir pour conséquence d'affaiblir les autres moyens de contrôle. Il conviendra donc de continuer à se servir des appareils placés sur la voie et de faire procéder à des constatations dans les trains par les soins d'agents de la traction ou de l'exploitation, porteurs de tachymètres ou de compte-secondes. Des procédés de vérification différents, loin de se nuire, se complètent mutuellement ; ils peuvent donc et doivent même être employés simultanément.

Telles sont les considérations d'après lesquelles le comité a émis l'avis qu'il y avait lieu d'appeler l'attention des compagnies et administrations de chemins de fer sur l'opportunité d'étendre le plus rapidement possible, dans les conditions indiquées plus haut, l'emploi des enregistreurs de vitesse sur les machines en circulation sur leurs réseaux respectifs.

J'ai l'honneur de vous informer que j'ai adopté cet avis, qui m'a paru bien motivé.

Veillez, je vous prie, m'accuser réception de la présente circulaire et me faire connaître la suite que vous y aurez donnée.

Recevez, etc.

Le Ministre des travaux publics,
TURREL.

JURISPRUDENCE.

MINES. — OCCUPATION DE TERRAINS. — DOMMAGES A LA SURFACE. —
(Affaire FENIÈS contre C^{ie} DES MINES DE CARMAUX.)

Jugement rendu, le 18 mars 1896, par le tribunal civil d'Albi.

(EXTRAIT.)

Attendu que la partie de terrain occupée temporairement par la C^{ie} des mines de Carmaux et dépendant du domaine que Feniès possède dans la commune de Saint-Benoît est, d'après le rapport dressé par l'expert, le 30 mars 1895, d'une contenance de 5.230 mètres carrés, et d'une valeur de 2.080 francs.

Attendu que la compagnie est obligée, aux termes de l'article 43 de la loi des 21 avril 1810-27 juillet 1880, d'acquérir cette parcelle de terrain et d'en payer la valeur au double;

Attendu, de plus, que cette même parcelle, ainsi acquise par la compagnie, préjudicie au surplus de la propriété par le fait du morcellement et de l'irrégularité des nouvelles limites; que l'expert évalue ce dommage à 4.503 francs, et qu'il y a lieu de tenir pour exacte cette évaluation;

Attendu encore que Feniès a souffert, par suite de l'occupation dont s'agit, d'une perte de récoltes et qu'il convient, comme l'a fait l'expert, de la fixer à 60 francs;

Attendu que Feniès demande encore que la compagnie soit tenue de lui acheter et payer au double de sa valeur tout le restant de sa propriété, ou tout au moins la partie teintée en jaune sur le plan que l'expert a annexé à son rapport.

Attendu que sa demande sur ce point ne saurait être accueillie par le motif que l'occupation temporaire d'une partie du domaine de Feniès n'a point eu pour effet d'en rendre le surplus impropre à la culture, ainsi que l'affirme l'expert, bien qu'il y ait constaté

l'existence de plusieurs crevasses, dues uniquement, selon lui, aux travaux souterrains de l'exploitation, et non à des travaux de surface;

Attendu que, d'après l'article 43 de la loi de 1810-1880 précitée, les dommages causés à une propriété par les travaux souterrains restent, pour leur appréciation, soumis au droit commun et ne peuvent, dès lors, être l'objet d'une indemnité portée au double; que les crevasses ou autres dégradations, provenant de ces sortes de travaux et dont Feniès dit que sa propriété a souffert, n'ont, affirme-t-il, fait qu'augmenter depuis le travail de l'expert, que le tribunal n'a pas, quant à présent, les éléments suffisants pour les apprécier, et qu'il ne peut, de ce chef, que faire toutes réserves au demandeur.

En ce qui touche les dépens:

Attendu qu'ils ont été rendus nécessaires par le fait même de la compagnie, dont Feniès était forcément obligé de faire expertiser les suites.

Par ces motifs, le tribunal jugeant publiquement, contradictoirement, en matière ordinaire et en premier ressort, homologue dans ce qu'il n'a pas de contraire au présent jugement, le rapport dressé, avec plan à l'appui, par l'expert le 30 mars 1893;

Dit que la C^{ie} des mines de Carmaux ne sera tenue d'acquiescer et de payer au double de sa valeur que les 5.230 mètres qu'elle a occupés sur le domaine de Sagnes, commune de Saint-Benoît, appartenant à Feniès, et rejette la partie de la demande de ce dernier tendant à ce que la compagnie lui fasse l'acquisition du surplus de sa propriété;

Condamne la compagnie à lui payer, pour valeur double des 5.230 mètres qu'elle est obligée d'acheter, la somme de 4.160 francs, plus 1.503 francs pour les récoltes dont elle l'a privée et la dépréciation causée au surplus de la propriété par le morcellement et l'irrégularité des nouvelles limites, provenant de cette acquisition partielle;

Fait réserve à Feniès de toute action qu'il croirait être en droit d'intenter plus tard à la compagnie à raison des autres dégradations causées au tènement qui lui reste par les travaux souterrains de l'exploitation de la mine et condamne la C^{ie} des mines de Carmaux en tous les dépens.

MINES. — DOMMAGES A LA SURFACE. — RÉPARATION. — TERRAINS VENDUS AVEC CLAUSE DE NON-GARANTIE. — (Affaire GOUTHIERE contre SCHNEIDER et C^{ie}.)

I. — Jugement rendu, le 13 août 1895, par le tribunal civil d'Autun.

(EXTRAIT.)

Attendu que Gouthière, propriétaire de deux terrains couverts de constructions, situés au Creusot, rue de Chalon, n° 3 et n° 9, demande à Schneider et C^{ie}, propriétaires des mines et usines du Creusot, des dommages et intérêts représentant : 1° la valeur des travaux nécessaires pour réparer les dégradations causées aux bâtiments par l'exploitation régulière et par l'exploitation irrégulière de la mine, par la création d'une tranchée faite, au pied de la colline qui supporte les immeubles, pour l'extension des usines et par le fonctionnement d'un marteau pilon de 18 tonnes; 2° la valeur de la dépréciation subie par ces terrains, considérés comme terrains à bâtir, en raison des actions combinées de la mine, de la tranchée et du marteau-pilon; que subsidiairement Gouthière conclut à une expertise pour vérifier le préjudice éprouvé par lui, soit comme propriétaire, soit au point de vue commercial, l'immeuble n° 3 étant loué à Devillerdeau qui y exploite un commerce de quincaillerie, et l'immeuble n° 9 étant affecté, par Gouthière lui-même, à un commerce de nouveautés;

Attendu que Schneider et C^{ie} soutiennent que la demande de Gouthière n'est pas recevable en ce qui concerne les parties de ses immeubles qui ont été bâties sur des terrains vendus par les propriétaires de la mine avec clause de non-garantie pour les conséquences de l'exploitation de la mine; que, pour le surplus de la demande, elle est mal fondée en tant que basée sur des faits d'exploitation anormale de la mine, sur les effets de la tranchée de la colline du Guide, et sur le fonctionnement du marteau-pilon; qu'en ce qui concerne les conséquences de l'exploitation régulière de la mine pour les parties d'immeubles vendues sans clause de non-garantie, ils offrent la somme de 3.600 francs, montant des travaux indiqués par les experts comme nécessaires pour réparer l'immeuble n° 3 de la rue de Chalon, et la somme de 4.000 francs pour dépréciation du même immeuble;

En ce qui concerne la recevabilité de la demande relative aux

immeubles dont le terrain a été aliéné par la C^{ie} Schneider avec clause de non-garantie :

Attendu qu'il résulte du rapport des experts que l'immeuble n° 3, rue de Chalon, a été bâti pour une très faible partie seulement sur un terrain vendu avec clause de non-garantie par la C^{ie} Schneider, le 22 décembre 1847, à Laurent Desplanches, et pour le surplus sur des terrains acquis sans restriction ; que l'immeuble n° 9 a été construit pour une très faible partie, sur des terrains vendus sans restriction et, pour la presque totalité, sur des terrains cédés par la C^{ie} Schneider par vente ou échange à Verdelet, le 29 octobre 1853, à Fisch le 11 décembre 1847, à Nectoux, le 4 novembre 1852, et à Keck, le 10 décembre 1848 ; que dans les ventes Verdelet et Nectoux il est stipulé, « que l'acquéreur ne pourra former aucune demande en indemnité à l'égard des effets à résulter des travaux faits ou à faire pour l'exploitation régulière de la mine » ; que, dans les ventes Fisch et Keck, il est dit que l'acquéreur ne pourra réclamer aucune indemnité à la Société Schneider qui ne se soumet à aucune garantie envers les sieur et dame Fisch ou Keck, « ou les leurs à l'égard des effets à résulter des travaux faits ou à faire pour l'exploitation régulière de la mine » ; que, dans les mêmes actes, Fisch et Keck s'engagent envers Schneider à élever, sur les terrains cédés, des bâtiments à rez-de-chaussée et à un étage ; que dans la vente Desplanches il est dit que la compagnie venderesse ne se soumet à aucune garantie envers « l'acquéreur ou les siens à l'égard des effets à résulter des travaux faits ou à faire pour l'exploitation régulière de la mine, cette clause étant expresse et ne pouvant être réputée comminatoire, car sans elle la vente n'aurait pas eu lieu » ;

Attendu que, si ces clauses révèlent, de la part de la C^{ie} Schneider, la volonté de se libérer pour l'avenir des dommages que pourra causer l'exploitation de la mine aux immeubles cédés, rien ne démontre que les acquéreurs aient entendu, en acceptant cette clause, obliger non seulement leurs ayants cause à titre universel, mais encore leurs futurs acquéreurs, ni qu'ils aient dans la suite obligé leurs acquéreurs à respecter cette clause de non-garantie ; que particulièrement, en ce qui concerne Gouthière, aucune stipulation de ses actes d'acquisition n'établit qu'il s'est obligé à la respecter ;

Attendu que, pour soutenir que Gouthière est tenu de respecter la clause de non-garantie, Schneider et C^{ie} ne peuvent prétendre qu'ils ont grevé les terrains vendus d'une servitude

non ædificandi, l'obligation de bâtir ayant, au contraire, été imposée à deux des acquéreurs ; qu'il y a donc lieu de rechercher si les terrains vendus ont été, par la C^{ie} Schneider, grevés d'une véritable servitude au profit de la mine restée entre ses mains ;

Attendu qu'aux termes de l'article 637 du Code civil, une servitude est une charge imposée sur un héritage pour l'usage et l'utilité d'un héritage appartenant à un autre propriétaire ; que tout d'abord dans l'espèce, l'obligation pour le propriétaire du fonds servant de ne pas réclamer d'indemnité pour dommage causé par l'exploitation de la mine au propriétaire de cette mine considérée comme fonds dominant, ne concourt et ne sert ni à l'usage ni à l'utilité de la mine, mais sert seulement à exonérer le concessionnaire de la mine des obligations mises à sa charge par la loi ; qu'en soi une mine n'est pas un héritage au sens de l'article 637 ; que si des lois spéciales, exceptionnelles du droit commun, ont permis d'enlever au propriétaire du sol non pas la propriété du fonds et du tréfonds, mais temporairement la faculté d'exploiter lui-même, à partir du décret de concession, certaines masses minérales gisant dans le sous-sol et ont donné à cette faculté d'exploiter le caractère apparent d'un droit de propriété immobilier et corporel, ce droit n'a pas le caractère d'un héritage, c'est-à-dire d'un terrain permanent sur lequel peut reposer un droit de pleine propriété ;

Qu'en effet le droit du concessionnaire, s'il est transmissible, aliénable, susceptible d'être grevé d'hypothèques, est essentiellement précaire, sujet à déchéance administrative, et disparaît par l'épuisement des gisements, tandis que le véritable propriétaire recouvre alors le plein usage de son immeuble ;

Que ce droit est d'une nature tellement particulière et différente de la propriété foncière d'un héritage qu'alors même que la concession a eu lieu au profit du propriétaire de la surface, le nouvel immeuble, ainsi fictivement créé, est distinct du surplus du fonds et que, lorsque le propriétaire du fond achète le fonds, il ne s'opère pas de réunion entre les deux biens et qu'il ne saurait s'opérer d'extinction de la servitude créée, si elle avait pu exister, comme cette extinction a lieu de plein droit par la réunion dans les mêmes mains du fonds servant et du fonds dominant ;

Attendu, par suite, qu'il y a lieu de refuser aux stipulations insérées par la C^{ie} Schneider dans les actes d'aliénation des terrains sur lesquels a bâti Gouthière le caractère d'une servitude ; qu'il faut en conclure que la clause de non-garantie

n'ayant créé pour les sous-acquéreurs ni obligation personnelle ni obligation réelle, la fin de non-recevoir opposée à Gouthière est mal fondée et qu'il y a lieu de rechercher quel préjudice a été causé à Gouthière par les diverses causes indiquées par celui-ci à ses immeubles, quelle qu'en soit la provenance.

En ce qui concerne les dégradations et la dépréciation des immeubles :

Attendu qu'il résulte du rapport des experts que les nombreuses dégradations constatées sont le résultat non pas de fautes commises dans l'exploitation de la mine, ni de la création d'une tranchée au pied de la colline du Guide, ni du fonctionnement du marteau-pilon, mais de l'exploitation régulière de la mine ; qu'il résulte de l'ensemble du rapport et des faits et débats de la cause que les experts ont fait une juste évaluation des travaux à faire et de la dépréciation subie par les immeubles, en fixant à 16.985 fr. 40 la valeur des travaux à effectuer, à 30.000 francs la dépréciation subie par l'immeuble n° 9 de la rue de Châlon, et à 8.000 francs la dépréciation subie par l'immeuble n° 3 de la même rue ; que, par suite, il serait frustratoire d'ordonner une nouvelle expertise pour évaluer le préjudice causé de ce chef.

En ce qui concerne le préjudice commercial :

Attendu que pour l'immeuble n° 3, rue de Châlon, loué à Devillerdeau, le préjudice commercial a été évalué par jugement de ce siège en date de ce jour et que Schneider et C^{ie} ont été condamnés à en verser le montant à Gouthière, que celui-ci est donc mal fondé dans l'instance présente de demander de ce chef une autre condamnation ;

Attendu, en ce qui concerne l'immeuble n° 9, rue de Châlon, où Gouthière exploite un fonds de nouveautés, que le tribunal ne possède aucun élément d'appréciation ; qu'il y a lieu d'ordonner une expertise ;

Attendu que des motifs du présent jugement il résulte qu'il n'y a lieu de statuer sur les divers autres chefs de demande ; attendu que la partie qui succombe doit supporter les dépens.

Par ces motifs,

Entérinant le rapport des experts, dit que les clauses de non-garantie pour fait d'exploitation régulière de la mine insérées par la C^{ie} Schneider dans les actes d'aliénation des immeubles sur lesquels sont bâties pour partie les maisons situées au Creusot, n° 3 et 9, ne sont pas constitutives de servitudes ; que Gouthière ne s'est pas obligé personnellement à les respecter ; que sa demande de dommages-intérêts est recevable ; condamne

la C^{ie} Schneider à payer, avec intérêts de droit à Gouthière, la somme de 50.985 fr. 40 pour réparation des dégradations et dépréciations subies par les immeubles n^{os} 3 et 9, rue de Chalon, au Creusot ; déclare les offres faites insuffisantes, les rejette ; dit n'y avoir lieu à expertise pour évaluer le préjudice commercial subi par la maison n^o 3, rejette sur ce point la demande de Gouthière ; dit que par N..., N... et N..., experts désignés d'office par le tribunal, à défaut par les parties d'en convenir dans les délais de la loi, lesquels prêteront serment devant le président du tribunal et seront, en cas de refus ou d'empêchement, remplacés par ordonnance de ce magistrat rendue sur simple requête, il sera recherché par examen des lieux, des livres commerciaux et pièces comptables et au besoin l'audition d'indicateurs dont les déclarations seront consignées, si les dégradations subies par l'immeuble n^o 9, rue de Chalon, ont causé au commerce exploité dans cette maison par Gouthière un préjudice et évaluer ce préjudice ; condamne Schneider et C^{ie} en tous les dépens, y compris les procès-verbaux de constat dressés à la requête de Gouthière et le coût du présent jugement.

II. — *Arrêt rendu, le 30 décembre 1896, par la cour d'appel de Dijon.*

(EXTRAIT.)

Attendu que le concessionnaire d'une mine doit réparer le dommage causé à la surface par son exploitation ;

Qu'il est, en conséquence, tenu d'indemniser les propriétaires des constructions édifiées à la surface, du préjudice causé à leurs immeubles par les travaux intérieurs de la mine ;

Que cette indemnité est due en principe, alors même qu'aucune faute n'est imputable au concessionnaire et que son exploitation est régulière et conforme aux règles de l'art ;

Que la responsabilité du concessionnaire de la mine résulte expressément des dispositions des lois des 21 avril 1810 et 27 juillet 1880 ;

Attendu toutefois que le concessionnaire peut, en ce qui concerne les dommages résultant d'une exploitation régulière, s'exonérer de ladite responsabilité par des conventions consenties avec les propriétaires de la surface ;

Qu'il est, en conséquence, fondé, lorsqu'il aliène lui-même le sol recouvrant sa mine, d'insérer dans l'acte de vente une clause de

non-garantie à raison du préjudice pouvant résulter des travaux faits ou à faire pour l'exploitation régulière de la mine ;

Qu'une telle stipulation est parfaitement licite du moment qu'elle n'a pour effet que d'affranchir le concessionnaire des conséquences d'une exploitation sagement conduite ;

Qu'elle ne serait contraire à l'ordre public que si elle l'exonérait de la responsabilité de ses fautes ou de celles de ses proposés ;

Attendu que la clause de non-garantie s'applique aussi bien aux constructions faites à la surface qu'aux terrains eux-mêmes ;

Que cette stipulation fait la loi entre les parties qui l'ont librement consentie ;

Qu'elle est opposable non seulement aux acquéreurs primitifs des terrains aliénés par le concessionnaire de la mine, mais encore aux sous-acquéreurs successifs ;

Que ladite clause d'exonération constitue un droit réel *sui generis* s'imposant par sa nature même à tous sans distinction ;

Qu'en supposant même qu'elle ne créerait qu'une simple obligation personnelle, elle n'en serait pas moins transmissible, en vertu de l'article 1122 du Code civil, aux ayants-cause des acquéreurs primitifs ;

Que ceux-ci, en effet, ne sauraient transmettre plus de droits qu'ils n'en avaient eux-mêmes ;

Attendu, en fait, que Gouthière est propriétaire de deux maisons sises au Creusot, quartier du Guide, et portant l'une les n^{os} 3 et 3 *bis*, l'autre le n^o 9 de la rue de Chalou ;

Attendu que la maison n^{os} 3 et 3 *bis* a été construite pour la plus grande partie sur des terrains provenant de divers propriétaires et sur une très faible partie seulement sur un terrain vendu par Schneider et C^{ie}, avec la clause de non-garantie en cas de dommages résultant des travaux souterrains ;

Que, tout au contraire, la maison n^o 9 a été entièrement éditée sur des terrains ayant appartenu primitivement à Schneider et C^{ie} et aliénés par eux suivant actes notariés des 11 et 22 décembre 1847 aux époux Fisch, à Verdelet et Lacour, le 10 décembre 1848 aux époux Keck, les 29 octobre et 4 novembre 1852, à Verdelet et Claude Nectoux, les 3 et 28 décembre 1864, à Jean Latour ;

Qu'il est stipulé dans tous ces actes, sauf celui du 22 décembre 1847, à raison de la minime importance du terrain vendu, que tous les acquéreurs n'auront droit à aucune garantie à raison des dommages pouvant résulter des travaux faits ou à

faire pour l'exploitation régulière de la mine, condition expresse et non comminatoire sans laquelle les ventes et échanges de terrain n'auraient pas eu lieu ;

Attendu qu'en suite des modifications successives dans la propriété desdits terrains, Gouthière s'en est rendu acquéreur, tant en vertu d'un jugement d'adjudication du 8 août 1871 que d'un acte notarié de vente du 12 avril 1878 ;

Attendu que le sol, sur lequel Gouthière a bâti ses maisons, a subi, par suite des travaux de la mine, une dénivellation considérable qui a causé de graves détériorations à ses constructions ;

Que Gouthière réclame, en conséquence, à Schneider et C^{ie}, des dommages-intérêts pour l'indemniser tant du montant des réparations nécessitées à ses maisons que de leur dépréciation et du préjudice commercial dont il souffre.

En ce qui concerne la maison sise rue de Chalon n^{os} 3 et 3 bis :

Attendu que Schneider et C^{ie} ne contestent pas leur responsabilité quant à ce chef de demande ;

Qu'ils se bornent à faire une restriction en ce qui concerne une parcelle de 13 mètres carrés de surface, vendue par eux le 22 décembre 1847, à Laurent Desplanches, avec la clause formelle de non-garantie ;

Attendu que l'indemnité allouée par les premiers juges en réparation des dommages causés à cette maison est largement suffisante ;

Qu'il résulte, en effet, des constatations des experts que le montant total des réparations à effectuer audit immeuble s'élève à 3.600 francs, que, d'autre part, les experts estiment que la somme de 8.000 francs indemniserait de la façon la plus équitable Gouthière de la dépréciation dudit immeuble ;

Qu'il y a lieu de comprendre dans cette somme l'indemnité représentant le préjudice commercial dont se plaint Gouthière ;

Que la somme de 80.000 francs réclamée par lui est d'une exagération manifeste ;

Qu'il y a donc lieu, de ce chef, de confirmer la sentence dont est appel en fixant toutefois le point de départ des intérêts à ce jour ;

Attendu que les prescriptions de l'article 1153 du code civil, fixant le point de départ des intérêts moratoires à la date de la demande en justice, ne s'appliquent qu'aux obligations conventionnelles ayant pour objet le paiement d'une somme d'argent ;

Qu'on ne saurait étendre les dispositions de ce texte de loi aux

intérêts des sommes accordées par les tribunaux à titre de réparation d'un dommage causé ;

Que, dans ce cas, les intérêts peuvent courir de tel jour qu'il paraît équitable au juge de fixer suivant les circonstances de la cause ;

Qu'en fait, les réparations pour lesquelles il est alloué à Gouthière la somme de 3.600 francs n'étant pas achevées, il est juste que les intérêts de cette somme ne commencent à courir que du prononcé du présent arrêt ;

Qu'il doit en être de même en ce qui concerne la somme de 8.000 francs allouée à Gouthière pour la dépréciation de son immeuble et le préjudice commercial.

En ce qui concerne la maison rue de Chalon n° 9 et rue du Guide n° 12 :

Attendu que la pensée commune de Schneider et C^{ie}, aussi bien que de Fisch, Keck, Verdelet, Latour et Nectoux, acquéreurs primitifs des terrains sur lesquels Gouthière a construit sa maison, a été d'assurer, par la clause de non-garantie, la liberté d'exploitation régulière de la mine ;

Que la volonté incontestable à cet égard des parties contractantes résulte clairement tant de l'ensemble des circonstances de la cause que des termes formels des actes de vente et d'échange prérappelés ;

Que les clauses d'exonération stipulées dans ces actes sont licites et ont pour effet d'affranchir Schneider et C^{ie} de tous dommages pouvant résulter « des travaux faits ou à faire pour l'exploitation régulière de la mine » ;

Que les énonciations mêmes de ces clauses indiquent nettement que les parties ont entendu exclure de la garantie non seulement les terrains aliénés, mais encore les constructions de toute nature qui pourraient y être élevées plus tard ;

Que dans l'intention indéniable des parties les stipulations de non-garantie étaient définitives et devaient s'imposer à tous les acquéreurs successifs des terrains, objet de cette clause ;

Que les termes exprès desdites stipulations ne peuvent laisser aucun doute à cet égard ;

Attendu que Gouthière est d'autant moins fondé à prétendre que ces clauses ne lui sont pas opposables, qu'il les connaissait pertinemment ;

Qu'il ne pouvait exister en son esprit la plus légère incertitude sur leur portée et leur étendue ;

Qu'en effet, les propres stipulations des deux actes mêmes en

vertu desquels Gouthière est devenu acquéreur desdits terrains ne pouvaient laisser aucune hésitation dans sa pensée ;

Que l'acte de vente du 12 avril 1878 a soin de rappeler la clause d'exonération affranchissant Schneider et C^{ie} de la responsabilité ;

Qu'il en précise les termes afin de dissiper toute équivoque ;

Que, d'autre part, le jugement d'adjudication du 8 août 1871, en reproduisant le cahier des charges, clauses et conditions, mentionne expressément que l'adjudicataire supportera les servitudes « qui, quoique non exprimées, peuvent grever les immeubles mis en vente » ;

Que tout concourt à démontrer que la clause d'exonération invoquée par Schneider et C^{ie} et contestée par Gouthière, au mépris des conventions, s'applique à la maison dont il s'agit ;

Que, connaissant ces stipulations, dont il lui était impossible d'ignorer les effets, sachant aussi le danger auquel était exposée la propriété superficielle par suite des travaux de la mine, Gouthière a commis la plus grave imprudence en construisant, sur un sol ébranlé et menacé, une maison considérable, à trois et quatre étages, alors qu'il n'existait primitivement qu'une petite maison d'ouvrier à un seul étage ;

Attendu que, sentant si bien l'inanité de ses prétentions en ce qui concerne la clause de non-garantie, Gouthière cherche vainement à soutenir que le droit concédé à Schneider et C^{ie} par la dite clause est éteint par la prescription ;

Qu'il allègue qu'à raison du non-usage pendant trente ans de la clause de non-garantie par suite de la non-exploitation de la mine durant ce laps de temps sous le sol sur lequel repose la maison de Gouthière, Schneider et C^{ie} sont forclos ;

Attendu qu'une prétention aussi exorbitante ne serait admissible que si le concessionnaire de la mine, se trouvant dans l'occasion de faire valoir son droit, avait négligé de l'exercer durant le délai légal de la prescription ;

Qu'il s'agit évidemment, dans l'espèce, d'un droit conditionnel subordonné à l'éventualité d'un dommage ayant motivé une demande d'indemnité ;

Attendu que Schneider et C^{ie} ayant normalement exploité leur concession sous une autre partie de la superficie, l'exercice de la clause de non-garantie était nécessairement subordonnée, en ce qui concerne Gouthière, au moment où les travaux de la mine s'étendraient sous le quartier du Guide ;

Qu'au surplus, il résulte des éléments du litige que, dès 1871

et 1873, Schneider et C^{ie} ont réparé les dommages causés par les travaux de la mine à des immeubles sis dans le même quartier que les maisons de Gouthière ;

Que le point de départ de la prescription ne pourrait donc couvrir que de cette époque ;

Qu'enfin il appartiendrait à Gouthière, qui invoque la prescription extinctive, de prouver le non-usage de la clause d'exonération pendant trente ans ;

Qu'il ne fournit pas cette preuve et qu'en présence des faits et circonstances de la cause, en complète opposition avec ses allégations, il est dans l'impossibilité de l'administrer ;

Attendu que, dans ces conditions, Gouthière ne saurait se soustraire à l'effet de conventions formant la loi des parties ;

Que sa demande en dommages-intérêts ne serait fondée que si les dégradations causées à son immeuble étaient le résultat d'une faute établie à la charge de Schneider et C^{ie} ;

Qu'en supposant que l'existence d'une faute fût démontrée, elle serait atténuée par la grave et propre imprudence de Gouthière lui-même ;

Attendu que Gouthière prétend que l'exploitation de la mine a eu lieu dans des conditions défectueuses constituant de véritables fautes ;

Qu'il relève, contre Schneider et C^{ie}, quatre vices d'exploitation qu'il considère comme les causes principales des dommages occasionnés à son immeuble ;

Que ces quatre causes sont :

1° L'attaque du pilier de protection des puits Saint-Pierre et Saint-Paul et l'exploitation trop avant sous le quartier du Guide ;

2° L'insuffisance des remblais ;

3° La trop grande extension des chantiers ;

4° L'action du marteau-pilon ;

Attendu que les experts commis par les premiers juges constatent, en ce qui concerne la trop grande extension des chantiers et l'action du marteau-pilon, qu'elles n'ont aucunement pu causer les dégradations dont se plaint Gouthière ;

Qu'à ce double titre on ne saurait imputer ni faute ni vice d'exploitation à Schneider et C^{ie} ;

Que toutefois, dans les conclusions de leur rapport, les experts se bornent à déclarer qu'il n'a pas été commis de faute bien caractérisée dans l'exploitation de la mine ;

Qu'ils n'affirment pas que cette exploitation a été conduite avec une prudence, une sagesse et une scrupuleuse observation des

règles de l'art telles qu'il ne saurait exister aucune faute ni vice ;

Qu'en effet, les experts font certaines réserves relativement surtout à l'attaque du pilier de protection et aussi à l'insuffisance des remblais ;

Qu'ils croient à la possibilité d'une certaine action des travaux exécutés dans le pilier de protection, laquelle aurait hâté l'affaissement du sol et a pu aggraver la cassure affectant les immeubles de Gouthière ;

Que, dans ces conditions, il y a lieu de se demander si la prudence ne commandait pas à Schneider et C^{ie} de maintenir intégralement ce pilier destiné à assurer la conservation des puits et l'intégrité de la surface du sol sur lequel était édifié tout un quartier de la ville du Creusot ;

Attendu que dans leurs rapports des 6, 7, 8 octobre 1864, 9 mars 1865, 18 décembre 1875, les ingénieurs des mines, chargés du contrôle, constataient qu'il serait imprudent d'exploiter cette partie de la couche houillère ;

Que M. de Biauzat, alors ingénieur de la mine du Creusot, avait, dans un rapport du 25 juin 1883, déclaré que l'exploitation du pilier de protection pourrait, du côté du midi, faire courir un réel danger aux nombreuses constructions déjà sensiblement affectées ;

Qu'il ajoutait « que le respect absolu de ce pilier de 250 mètres de longueur, s'il ne peut empêcher les mouvements du sol, aura du moins l'avantage extrême de les maintenir en deçà de cette limite et qu'il s'opposera dans tous les cas à ce qu'ils prennent une intensité capable de compromettre le quartier important du Guide » ;

Qu'il importe donc, avant faire droit, de compléter le rapport des experts uniquement en ce qui a trait à l'attaque du pilier de soutien et l'insuffisance des remblais ;

Qu'il y a lieu de préciser avec le plus grand soin s'il y a eu faute de ce double chef ou de l'un d'eux seulement ou si, au contraire, il n'y a eu, à cet égard, aucun vice d'exploitation ;

Qu'en conséquence il convient de nommer de nouveaux experts à l'effet de vérifier si une exploitation sage et particulièrement prudente n'eût pas évité ou tout au moins atténué les dégradations causées aux immeubles de Gouthière, en n'attaquant pas le pilier de protection et en prenant des précautions plus grandes pour le remblaiement ;

Sur les dépens :

Attendu qu'il y a lieu de les réserver jusqu'à la solution définitive du litige.

Par ces motifs :

Statuant tant sur l'appel principal émis par Schneider et C^{ie} que sur l'appel incident interjeté par Gouthière, du jugement rendu, le 13 août 1895, par le tribunal civil d'Autun,

Dit, en ce qui concerne le chef du jugement accordant une indemnité de 11.600 francs en réparation des dommages causés à la maison n^o 3 et 3 bis de la rue de Chalon, qu'il a été mal appelé et bien jugé ;

Confirme de ce chef seulement la sentence entreprise, en l'infirmant toutefois quant au point de départ des intérêts de ladite somme de 11.600 francs ; fixe à ce jour le point de départ desdits intérêts ;

Dit, au contraire, en ce qui concerne le chef du jugement relatif à l'immeuble n^o 9 de la rue de Chalon, qu'il a été bien appelé ;

Infirmes, en conséquence de ce chef, le jugement dont est appel et sans s'arrêter à tous moyens, fins et conclusions contraires, ordonne avant faire droit, en raison des réserves formulées par les experts en leur rapport sur l'attaque du pilier de protection et l'insuffisance des remblais, qu'il y a lieu de compléter ledit rapport, sur ce double chef seulement, en vérifiant avec le plus grand soin :

1^o Si Schneider et C^{ie} ont ou non méconnu les règles de l'art, d'une sage, prudente et régulière exploitation, et commis ou non une faute en ne maintenant pas intégralement le pilier de protection des puits Saint-Pierre et Saint-Paul et en l'attaquant pour l'exploiter sous le quartier du Guide ;

2^o Si l'attaque de ce pilier a pu hâter l'affaissement du sol et a causé ou, tout au moins, aggravé la cassure affectant la maison n^o 9 de la rue de Chalon ;

3^o Si les remblais étaient suffisants et si toutes les précautions qu'exige une exploitation régulière prudente, conforme aux règles de l'art, ont été prises pour les remblaiements, spécialement sous le quartier du Guide ;

4^o En cas d'insuffisance des remblais, si elle a pu contribuer à l'affaissement du sol et aux dégradations causées à la maison n^o 9 de la rue de Chalon ;

5^o Fixer, en tenant compte de la propre imprudence de Gouthière, l'importance totale du dommage causé à ladite maison et subi par Gouthière, non seulement par suite des réparations, mais de la dépréciation de l'immeuble et du préjudice commercial ;

Commet à l'effet de donner, après toutes constatations qu'ils

jugeront utiles, leur avis sur les cinq points ci-dessus précisés, MM. N..., N... et N..., serment par eux préalablement prêté entre les mains de M. le juge de paix du Creusot ou son suppléant ; lesquels, en cas de refus ou d'empêchement, seront remplacés par simple ordonnance de M. le Premier Président ou de son dévolutaire, sur la requête de la partie la plus diligente :

Dit que les experts, après avoir vu et visité les lieux contentieux, pourront recevoir la déclaration de tous indicateurs, se renseigner auprès de tous hommes de l'art compétent et, en ce qui concerne spécialement le préjudice commercial, de tous commerçants notables ;

Dit qu'ils dresseront procès-verbal de leurs opérations lors desquelles les parties pourront, assistées de leurs avoués, faire tels dires, réquisitions et observations qu'elles aviseront ;

Ordonne que leur rapport sera, par eux, déposé au greffe de cette cour ou transmis par leurs soins, sous pli chargé, au greffier en chef de ladite cour.

PERSONNEL

I. — Ingénieurs.

CONGÉS.

Arrêté du 10 mai 1897. — Un congé d'un an, sans traitement, est accordé, pour affaires personnelles, à **M. Weiss**, Ingénieur ordinaire de 2^e classe, chargé du sous-arrondissement minéralogique d'Arras.

Arrêté du 18 mai. — Un congé, sans traitement, est accordé, pour affaires personnelles, à **M. Chapuy**, ingénieur ordinaire de 2^e classe, chargé du sous-arrondissement minéralogique de Lille.

DÉCISIONS DIVERSES.

Arrêté du 10 mai 1897. — **M. Fèvre**, Ingénieur ordinaire de 1^{re} classe, chargé, à la résidence d'Arras, du sous-arrondissement minéralogique de Béthune, est chargé, à la même résidence, du sous-arrondissement minéralogique d'Arras, en remplacement de **M. Weiss**, mis en congé.

M. Fèvre reste d'ailleurs attaché au service de la Carte géologique détaillée de la France.

Il est, en outre, provisoirement chargé de l'intérim du sous-arrondissement minéralogique de Béthune.

Arrêté du 18 mai. — **M. Herscher**, Ingénieur ordinaire de 3^e classe, chargé du sous-arrondissement minéralogique de Rouen

et du 2^e arrondissement du service du Contrôle de l'exploitation technique des chemins de fer de l'Ouest, est chargé du sous-arrondissement minéralogique de Lille et du 3^e arrondissement du service du Contrôle de l'exploitation technique des chemins de fer du Nord, en remplacement de **M. Chapuy**, mis en congé.

II. — Contrôleurs des mines.

NOMINATION.

18 mai 1897. — **M. Breton** (Antoine), ancien Élève breveté de l'école des maîtres ouvriers mineurs d'Alais, sorti en 1882, avec le n^o 2, est nommé Contrôleur de 4^e classe et mis à la disposition du Ministre des Colonies pour être employé au service des travaux publics de Madagascar.

Il est placé dans la situation de service détaché.

DÉCÈS.

Date du décès.

M. Balteau (Adalbert), contrôleur de 4 ^e classe (Nord, — service du sous-arrondissement miné- ralogique de Valenciennes)	18 mai 1897.
--	--------------

DÉCISIONS DIVERSES.

Arrêté du 29 avril 1897 ()*. — L'organisation des cadres et subdivisions des Contrôleurs des Mines attachés au service du sous-arrondissement minéralogique de Chalon-sur-Saône, est modifié ainsi qu'il suit :

(*) Non inséré à sa date.

1^{re} subdivision de Chalon : M. Pupier.

Cantons de Lucenay-l'Évêque, d'Autun, d'Epinac et de Co
dans l'arrondissement d'Autun, de Chagny, Givry, Buxy, Fig
munes de Genouilly, Mary, le Puley, Saint-Clément-sur-
Saint-Nicaud et Vaux-en-Pré (du canton de Mont-Saint-Vin
dans l'arrondissement de Chalon ; cantons de Guiche, Toulon
Arnoux, Palinges, dans l'arrondissement de Charolles. Affr

2^e subdivision de Chalon : M. Fyot.

Canton de Cuisery dans l'arrondissement de Louhans : can
de Chalon-sur-Saône et Sennecy-le-Grand, dans l'arrondisse
de Chalon ; cantons de Tournus, Mâcon, La Chapelle-de-
chay, Tromayes, Matour, Lugny et Cluny dans l'arrondisse
de Mâcon ; — cantons de Saint Bonnet-de-Joux, Charolle
Clayette, Chauffailles, Semur-en-Brionnais, Marcigny, Par
Monial, Digoin, Gueugnon et Bourbon-Lancy, dans l'arrond
ment de Charolles ; — canton d'Issy-Lévéque dans l'arrond
ment d'Autun.

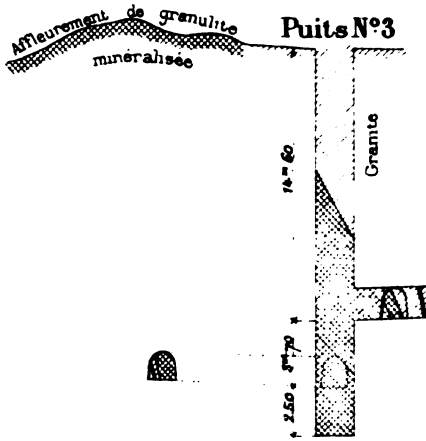
3^e subdivision de Chalon : M. Vaillant.

Cantons de Verdun, Saint-Martin-en-Bresse, Saint-Germain
Plain dans l'arrondissement de Chalon ; — cantons de Pi Vaux du F
Saint-Germain-du-Bois, Montret, Beaurepaire, Louhans, Mont au 1^{er} Ma
et Cuiseaux dans l'arrondissement de Louhans. Noi

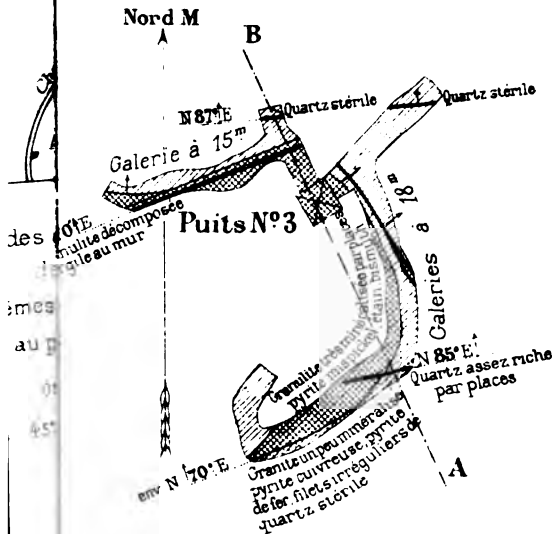
Subdivision du Creusot : M. Fournay.

Cantons de Saint-Léger-sous-Beuvray, Mesvres, Le Creusot
Montcenis dans l'arrondissement d'Autun ; — canton de M Sale
ceau-les-Mines et communes de Gourdon, Marigny, Moncha COTE
Mont-Saint-Vincent, Saint-Eusèbe et Saint-Romain-sous-G ruinte de cour
don (du canton du Mont-Saint-Vincent), dans l'arrondissement gale au mur
Chalon. er
ai

Fig. 3. Coupe par AB du plan Fig. 2.



Plans du Puits N°3. Plan
(au 1^{er} Mai 1896)



Echelle 0^m025 pour 1 mètre.

→ Nord Magn.

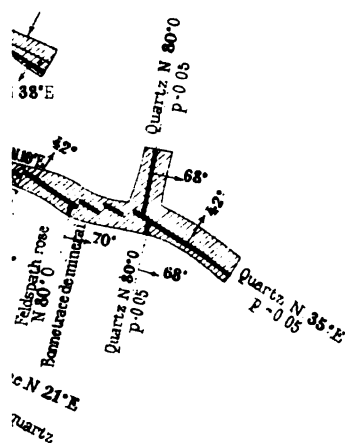


Fig. 3. Travaux du Puits N°2

(au 1^{er} Mai 1896)

Plan des galeries au niveau de 21 mètres

Echelle de 0^m.0025 p^r 1 mètre

→ Nord M.



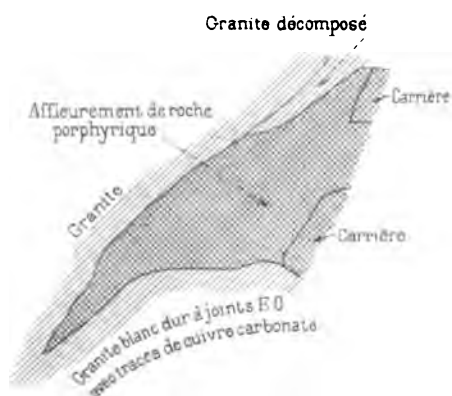
Granite



Porphyre



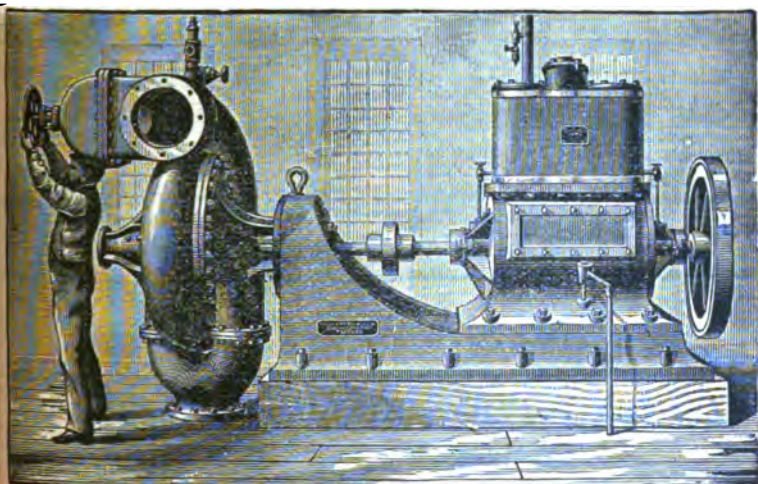
Filon quartzeux



Machine à vapeur

“ WESTINGHOUSE ”

ÉCIALE POUR ÉCLAIRAGE ÉLECTRIQUE
POMPES ET VENTILATEURS



Moteur accouplé directement à une pompe

J. & O. G. PIERSON

54, faubourg Montmartre, 54

PARIS

MIN D'EXPOSITION

de Lafayette, 47

Digitized by Google

COMPTOIR GÉOLOGIQUE ET MINÉRALOGIQUE**ALEXANDRE STUER****Fournisseur de l'État. — 40, rue des Mathurins. — PARIS***Matières premières minérales, Minerais et Minéraux de tous pays pour les Arts, les Sciences et l'Industrie.***COLLECTIONS SOIGNÉES DE MINÉRAUX ET FOSSILES POUR L'ENSEIGNEMENT ET FOURNITURES POUR UNIVERSITÉS ET MUSÉES.****Instruments spéciaux pour la récolte, la préparation, le rangement et la conservation en collection des minéraux et des fossiles.****USINE DU COQ FRANÇAIS****Manufacture générale de caoutchouc souple et durci à ROUBAIX (Nord)****ÉMILE DEGRAVE****TÉLÉGRAPHE :**

Émile DEGRAVE, Roubaix.

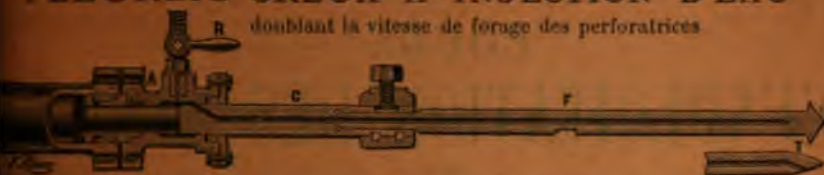
INGÉNIEUR BREVETÉ S. O. D. G.)

TÉLÉPHONE**Spécialité de Caoutchouc pour l'Industrie****NOUVEAUX SEGMENTS FLEXIBLES ANTIFRICTION (Brevetés)***Pour garnitures de Pistons, de Pompes et de Condensateurs combinés d'acier et de caoutchouc (Composition antifricition). — Demander Tarifs***Librairie P. VICQ-DUNOD et C^{ie}, Éditeurs****49, QUAI DES GRANDS-AUGUSTINS, PARIS****VIENT DE PARAÎTRE :****ÉTUDE****SUR LES****CHEMINS DE FER FRANÇAIS****LEUR SITUATION VIS-A-VIS D'EUX-MÊMES, DU PUBLIC****PAR****BONNEAU****INGÉNIEUR EN CHEF DES PONTS ET CHAUSSEES****SOUS-CHEF DE L'EXPLOITATION DES CHEMINS DE FER.**

C. BORNET, Ingénieur, 10, rue Saint-Ferdinand, PARIS
PERFORATRICES ROTATIVES et à PERCUSSION
 mues à bras ou par l'eau, la vapeur et l'Electricité

FLEURETS CREUX A INJECTION D'EAU

doublant la vitesse de forage des perforatrices



APPLICATION AUX MINES, CARRIÈRES ET TRAVAUX PUBLICS

Prospectus et renseignements franco sur demande

A LOUER

COMPAGNIE FRANÇAISE

POUR L'EXPLOITATION DES PROCÉDÉS

THOMSON - HOUSTON

CAPITAL : 5.000.000 DE FRANCS

Transmission de l'Énergie à grande distance

PAR COURANTS TRIPHASÉS

TRANSFORMATEURS DE 1.000 A 65.000 WATTS

Convertisseurs de courant triphasé en courant continu

TRACTION ÉLECTRIQUE

EN EUROPE : Le Havre. — Lyon. — Rouen. — Bordeaux. — Roubaix

Tourencoing — Le Raincy. — Milan. — Varese. — Rome. — Porto

FRANCAIS. — Belgrade. — Dublin. — Bristol. — Leeds. — Gotha. — Brème. — Hambourg. — Erfurt

Benscheid. — Barmen. — Elbing. — Munich. — Elberfeld. — Wiesbaden

EN SERVICE

DANS LE MONDE ENTIER

3.000 kilomètres de ligne

23.000 voltages



ÉCLAIRAGE A ARC

ET A INCANDESCENCE

INDUSTRIE MINIÈRE

PERFORATRICES à ROTATION et à PERCUSSION

HAVEUSES

Locomotives basées pour mines

PARIS, 27, Rue de Londres, PARIS

En vente à la Librairie P. VICQ-DUNOD et C^{ie}, Éditeurs
49, Quai des Grands-Augustins, Paris

VIENT DE PARAÎTRE COURS D'EXPLOITATION DES MINES

PAR
HATON DE LA GOUPILLIÈRE

Inspecteur général des Mines,
Membre de l'Institut,
Directeur de l'Ecole nationale supérieure des mines, Président de la Commission du grison.
Commandeur de la Légion d'honneur.

SECONDE ÉDITION
REVUE ET CONSIDÉRABLEMENT AUGMENTÉE

Avec la collaboration de **MAXIME PELLÉ**
Ingénieur au Corps des mines

Deux beaux volumes, 26 × 46 de XXII-904 et XXII-1069 pages, avec 924 figures. 70 fr.

DIPLOME D'HONNEUR
ANVERS 1894

GRANDS PRIX
LYON 1894. — ATLANTA 1895

DIPLOME D'HONNEUR
AMSTERDAM 1895

A. BERTHÉLEMY

Constructeur, Breveté S. G. D. G. en France et à l'Étranger

16, RUE DAUPHINE, 16 — PARIS

PONTHUS & THERRODE (A.M.)

SUCCESEURS



CATALOGUE
GÉNÉRAL



ÉDITION
1896



**INSTRUMENTS DE MATHÉMATIQUES, OPTIQUE,
NIVELLEMENT, TOPOGRAPHIE**

FOURNISSEURS DES MINISTÈRES FRANÇAIS ET ÉTRANGERS, DE L'ÉCOLE DL
DE LA COMMISSION DU NIVELLEMENT GÉNÉRAL DE LA FR/
DU SERVICE GÉOGRAPHIQUE DE L'ARMÉE, DE LA VILLE DE PARIS,

INVENTIONS — INSTRUMENTS POUR LES SC

APPAREILS ET CALIBRES DE PR

Pour Essais des CHAUX ET CIMEN

Adoptés par la Commission internationale des ess

EXPLICATION DES PLANCHES.

JUILLET.

Pl. I, II et III. — Travaux de recherche exécutés à Meymac.

Pl. IV. — Remarques et expériences à l'occasion d'un manque d'eau dans un générateur de vapeur.

CONDITIONS DE L'ABONNEMENT

AUX ANNALES DES MINES

Pour Paris	20 fr. par an
Pour les Départements	24 fr. —
Pour l'Etranger	28 fr. —

Les **ANNALES DES MINES** paraissent tous les mois.

N. B. — On peut se procurer aux mêmes prix chacune des années parues depuis 1862 inclusivement.

ON TROUVE A LA MÊME LIBRAIRIE

LE PRATICIEN UNIVERSEL

DIRECTEUR : E. BOURDONNAY, ingénieur civil, **E. A. et M.**, Châlons.

SECRÉTAIRE : J. LOUBAT, ancien élève de l'Ecole Nationale des Arts et Métiers d'Aix.

Journal bi-mensuel rédigé par demandes et par réponses

contenant des informations techniques et des communications diverses au point de vue de l'industrie, des Travaux publics, des Mines, etc.

Un an, 10 fr. — Six mois, 6 fr. — Trois mois, 3 fr. 50.

Un numéro spécimen est envoyé gratuitement sur demande affranchie.

REVUE GÉNÉRALE DES CHEMINS DE FER

MÉMOIRES ET DOCUMENTS CONCERNANT L'ÉTABLISSEMENT, LA CONSTRUCTION ET L'EXPLOITATION TECHNIQUE ET COMMERCIALE DES VOIES FERRÉES

Abonnement pour Paris et la France. . .	25 fr. par an.
— pour l'étranger	28 fr. —

BIBLIOTHÈQUE DU CONDUCTEUR DE TRAVAUX PUBLICS

ENSEMBLE DES CONNAISSANCES INDISPENSABLES AUX CONDUCTEURS DES PONTS ET CHAUSSÉES ET CONDUCTEURS MUNICIPAUX, CONTRÔLEURS DES MINES, AGENTS VOYERS, CHEFS DE SECTION, ARCHITECTES VOYERS, ENTREPRENEURS, CONDUCTEURS DE TRAVAUX, INSPECTEURS, VÉRIFICATEURS, ETC.

publiée sous les auspices de

M. le Ministre des Travaux Publics

VOLUMES PARUS :

Mathématiques	8 fr. 50	Procédure civile	8 fr.
Physique et Chimie	8 50	Charpente et couverture	10 "
Bois et Métaux	8 "	Agriculture	9 "
Droit civil	8 "	Locomotive et matériel roulant	12 "
Machines hydrauliques	10 "	Photographie	9 "
Hygiène	7 50	Architecture	15 "
Mécanique, Hydraulique, Thermodynamique	9 "	Droit administratif	9 "
Voie publique	12 "	Législation et Contrôle des appareils à vapeur	8 "
Hydraulique agricole	12 "	Génie	12 "
Organisation des services	8 "	Construction et Voie	12 50

D'autres parties sont en préparation et paraîtront de mois en mois sous forme de volumes portatifs de 350 pages environ, format in-16, élégamment reliés.

TOURN. — IMPRIMERIE DESLIS FRÈRES.

Les Éditeurs-Gérants : P. VICO-DENON et C^{ie}.

MUS. COM.

ANNALES
DES MINES

OU

RECUEIL

DE MÉMOIRES SUR L'EXPLOITATION DES MINES
ET SUR LES SCIENCES ET LES ARTS QUI S'Y RATTACHENT

PUBLIÉS

SOUS L'AUTORISATION DU MINISTRE DES TRAVAUX PUBLICS.

NEUVIÈME SÉRIE.

TOME XII.

8^e LIVRAISON DE 1897.

PARIS

P. VICQ-DUNOD ET C^{ie}, ÉDITEURS

LIBRAIRES DES CORPS NATIONAUX DES PONTS ET CHAUSSÉES, DES MINES
ET DES TÉLÉGRAPHES

Quai des Grands-Augustins, 49

1897

TABLE DES MATIÈRES.

AOUT.

PARTIE SCIENTIFIQUE ET TECHNIQUE.

	Pages.
Contribution à l'étude des gîtes métallifères. I. Sur l'importance des gîtes d'inclusions et de ségrégation dans une classification des gîtes métallifères; — II. Sur le rôle des phénomènes d'altération superficielle et de remise en mouvement dans la constitution de ces gisements; par <i>M. L. De Launay</i>	449

BULLETIN.

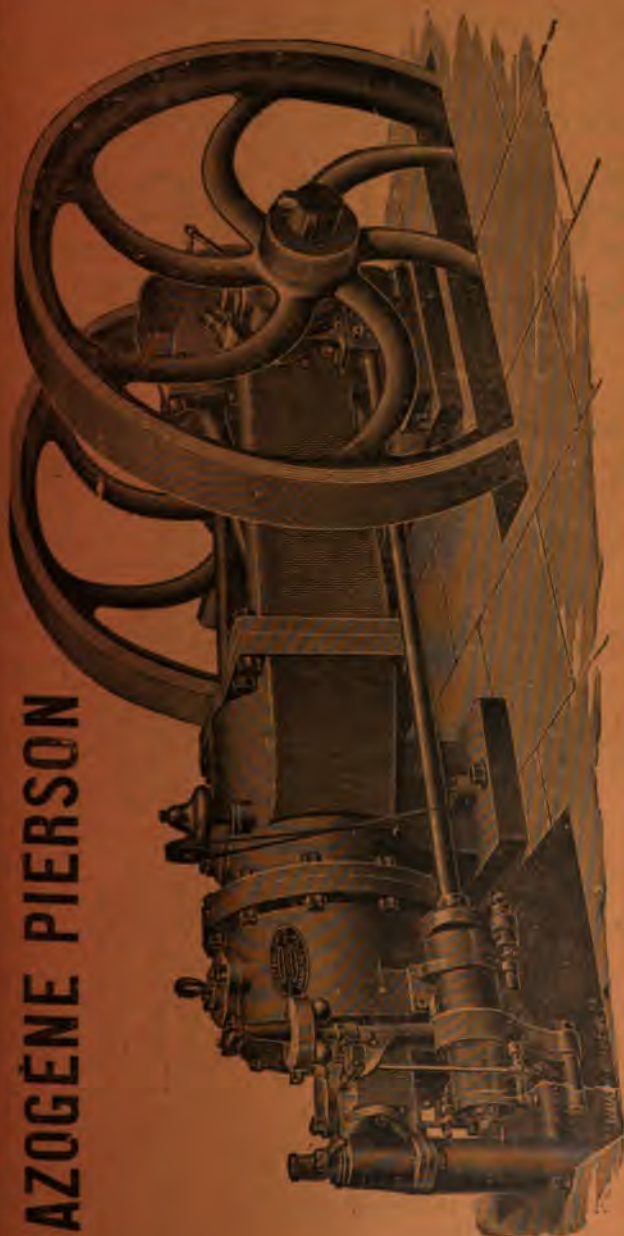
Statistique de l'industrie minérale des États-Unis en 1895 et en 1896.	229
--	-----

PARTIE ADMINISTRATIVE.

Juin.

Lois, décrets et arrêtés concernant les mines, carrières, sources d'eau minérales, chemins de fer en exploitation, etc.	333
Jurisprudence.	339
Personnel.	342

GAZOGÈNE PIERSON



Le Moteur à gaz CROSSLEY, alimenté par le gazogène Pierson, ne consomme que 600 à 700 grammes d'antracite par cheval et par heure. Le gaz Pierson pour chauffage industriel revient à un centime le mètre.

PIERSON, 54, faubourg Montmartre, Paris

MAGASIN D'EXPOSITION : 47, RUE LAFAYETTE

SAUTTER, HARLÉ & C

INGÉNIEURS-CONSTRUCTEURS

PARIS — 26, Avenue de Suffren, 26 — PARIS

EXPOSITION UNIVERSELLE 1889 — HORS CONCOURS — J

ÉCLAIRAGE TRANSPORT DE FORCE PAR L'ÉLECTRICITÉ

ASSERVISSEMENT & COMMANDE ÉLECTRIQUE APPLIQUÉS A

L'OUTILLAGE

DES MINES

POMPES

APPAREILS

VENTILATEURS

LEVADES

TRANCHEUSES

Treuil

PERFORATRICES

GRUES

Trièuses

MONTE-CHARGE

PERCEUSES

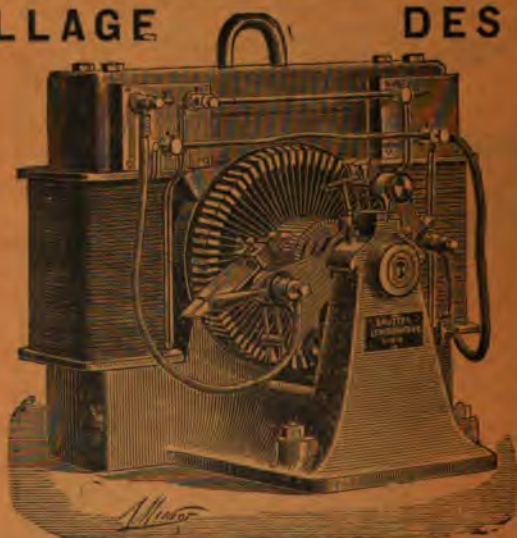
Transbordement

Compresseurs

PLANS

D'AIR

Inclinaison



PRINCIPALES INSTALLATIONS

AUX MINES

d'ASPRIÈRES

Aveyron

BLANZY

Saône-et-Loire.

BRUAY

Pas-de-Calais

DADOU

Tarn.

DECAZEVILLE

Aveyron.

FRIEDRICHSEGEN

LAURIUM

Grèce.

MALINES

Hérault.

MIÈRES

Asturies.

MEURCHIN

Nord.

VIEILLE-MONTAGNE

Penchot, Bray et

ETC., ETC

SOCIÉTÉ GÉNÉRALE

POUR LA

BRICATION DE LA DYNAMITE

Procédés A. NOBEL

Paris, 1839 — Deux Médailles d'Or

Seule Médaille d'Or décernée en 1889 pour la Dynamite

SIÈGE SOCIAL : Place Vendôme, PARIS

SINES } à Paulilles, près Port-Vendres (Pyrénées-Orientales).
 } à Ablon, près Honfleur (Calvados).

*Grisoutine-Gomme, pour roches très dures. — Dynamite, n° 1 guhr, n° 1 gélatinée
 ammoniacale, pour roches dures. — Dynamite, n° 0, pour travaux sous l'eau.
 n° 2 et n° 3, pour terrains moins résistants.*

Explosifs spéciaux pour charbonnages grisouteux (Décret du 1^{er} août 1890)

Grisoutine-Gomme pour travaux au rocher. — Grisoutine B pour travaux dans le

*travaux de mineurs. — Capsules pour Dynamite. — Amorcees, Câbles, Fils et Appareils
 pour sautage des mines. — Marmites suédoises ou Seaux à dégeler la Dynamite.*

La Correspondance doit être adressée au SIÈGE SOCIAL

TÉLÉPHONE SOCIÉTÉ ANONYME TÉLÉPHONE

EXPLOSIFS ET DE PRODUITS CHIMIQUES

Capital : 2.000.000 de francs

19, rue Louis-le-Grand, 19, PARIS

USINES :

ST-MARTIN-DE-GRAU
 (France)

FRANCA-in-LUNIGIANA
 (Italie)



DYNAMITES,

GOMMES ET GRISOUTINES

MÈCHES

DÉTONATEURS, CABLES

FILS

ET APPAREILS ÉLECTRIQUES

Correspondance doit être adressée au Siège social, 19, rue Louis-le-Grand.

PARIS

2 MÉDAILLES D'OR
CHEVALIER DE LA LÉGIION D'HONNEUR

EXPOSITION UNIVERSELLE, PARIS 1889

MATÉRIEL ^{POUR} MINES

VENTILATEURS syst. GENESTE-HERSCHER

BREVETÉ S. G. D. G.

POUR MINES, FORGES, FONDERIES, SOUFFLAGE SOUS GRILLES, ETC.

**RENDEMENT GARANTI SUPÉRIEUR A CELUI
DE N'IMPORTE QUEL APPAREIL SIMILAIRE
CONNU A CE JOUR.**

COMPRESSEURS D'AIR A SOUPAPES A INJECTION

Compresseurs d'air, syst. Burckhardt et Weiss à sec.

**APPAREILS A AIR COMPRIMÉ
PERFORATEURS ET BOSSEYEUSES
Syst. DUBOIS & FRANÇOIS. — Breveté S. G. D. G.**

HAVEUSE BLANZY

TREUILS ^{POUR} EXTRACTION ET FONÇAGE

A VAPEUR, A AIR COMPRIMÉ ET ÉLECTRIQUES

5 types différents

**MACHINES D'EXTRACTION ET TREUILS DE SECOURS
TREUILS MUS PAR TURBINES.**

**POMPES FRANÇAISES A ACTION DIRECTE
POMPES A COURROIES**

Pompes Hélico-Centrifuges. Système MAGNET & PINET

POMPES ÉLÉVATOIRES

POUR ÉPUISEMENTS DANS LES MINES, ÉLEVATION D'EAU
pour Villes et Usines, etc.

Nombreuses Références. — La machine d'épuisement fournie aux houillères de Rochelle, est comprise pour élever 100 mètres cubes à l'heure à une hauteur totale de 250 mètres d'un seul jet; son poids dépasse 40.000 kilos.

CRIBLE GIRATOIRE SYST. COXE, B^{TE} S. G. D. G.

POUR HOUILLES, MINERAIS, ETC., ETC.

PRODUCTION CONSIDÉRABLE DANS UN APPAREIL DE DIMENSIONS RESTREINTES

CASSE-COKE — CASSE-CHARBON — CHAINES

LAVOIRS, TRIAGES, CRIBLAGES, DÉSCHISTA.

TRAINAGES MÉCANIQUES, VAGONNETS ET VOIES

CHEVALEMENTS MÉTALLIQUES, CHARPENTES EN FER, m

Cages d'Extraction Fer ou Acier avec Parach

PALIER A ROTULES HOQUEL, ÉVITANT LE FROTEMENT DES CABLES SUR LES JOINTS

**MACHINES & CHAUDIÈRES A VAPEUR
LOCOMOBILES, TRANSMISSIONS, GROSSE CHAUDIÈRE**

DEVIS ÉTUDES D'INSTALLATIONS, RENSEIGNEMENTS

CATALOGUES SUR DEMANDE

MAISON FONDÉE EN 1830
* MAGNET & PINET (FRANCE)

REFILIERIE & CORDERIE MÉCANIQUES

DE LA

COMMISSION DES ARDOISIÈRES D'ANGERS

LARIVIÈRE & C^{IE}

CH. FOUINAT

TÉLÉPHONE

170, Quai Jemmapes, PARIS

TÉLÉPHONE

CORDAGES MÉTALLIQUES RONDS & PLATS EN FER, ACIER, CUIVRE

*pour Mines, Carrières, Houillères, Plans inclinés, Cabestans, Appareils à lever,
Manœuvres courantes et dormantes de marine et de batellerie.
Commission de force motrice, Signaux, Horlogerie, Paratonnerres, Puits, Clôtures*

EXPOSITION UNIVERSELLE, PARIS 1889
Membre du Jury — Hors Concours
DEUX GRANDS PRIX: ANVERS 1894
VOI FRANCO DE TOUTS RENSEIGNEMENTS

MAISON FRANÇAISE DES MÉTAUX

Société anonyme au capital de 25 millions de francs

Siège social : 10, rue Volney. — PARIS

USINES :

*Creil (Aisne), Rouen (Seine-Inf.), Castelsarrazin (Tarn-et-Garonne), Sérifontaine (Oise),
Givet (Ardennes), Bornel (Oise), Saint-Denis (Seine) et Paris, rue Vieille-du-Temple, 76.*

FOURILLERIE, LAMINAGE, ÉTIRAGE, EMBOUTISSAGE & TRÉFILIERIE
de Cuivre, Laiton, Plomb, Étain, Zinc, Nickel, Maillechort, etc.

TUBES EN CUIVRE ROUGE ET LAITON SOUDÉS ET ÉTIRÉS
*pour tous usages pour l'horlogerie, optique, ornements d'églises et appareils d'éclairage
de tous les genres pour l'abénierie et l'amenblément. Appareils de aléarinerie et de sucrerie. Fils en
cuivre rouge, demi-rouge, laiton et maillechort. Cuivre rouge et laiton en lingots et en barres
pour la fabrication de monnaies en cuivre rouge, bronze, maillechort et nickel*

PLAQUES EN CUIVRE ROUGE POUR FOYERS DE LOCOMOTIVES
*Obturateurs et grains de lumière pour canons. — Ceintures de projectiles
Tubulaires en cuivre rouge sans soudure. Rouleaux en cuivre pour impression*

APPAREILS EN LINGOTS ET EN FEUILLES POUR CHOCOLATIERS, PARFUMEURS ET AUTRES USAGES
Plomb en lingots, en tables et en tuyaux. Tuyaux en plomb doublés d'étain

TUBES EN ACIER ÉTIRÉS SANS SOUDURES, POUR CHAUDIÈRES ET CONDUITES À HAUTE PRESSION
spécialité de TUBES MINCES, LÉGERS ET SOLIDES

pour la fabrication des CYCLES, BICYCLETTES, TRICYCLES, ETC., ETC.
Tubes à alérons (brevets SERVE). — Enveloppes d'obus en acier

PLANCHES, PLAQUES ET FILS MAILLECHORT ET NICKEL POUR TOUTS USAGES
de cuivre et de bronze de haute conductibilité pour usages électriques

ALUMINIUM & SES ALLIAGES, EN PLANCHES, EN FILS & EN TUBES

ENTREPRISE GÉNÉRALE DE FORAGES ET SONDAGE

H. BECOT

Ing^r civil
(A. et M.)

25, rue de la Quintinie, PARIS-VAUGIRAR

RECHERCHES D'EAU

De Mines, Pétrole, Sel, et

PUITS ARTÉSIENS, Puits ABSORBANTS

PUITS D'AÉRAGE

Consolidations par injections de ciment

ÉTUDES DE TERRAINS**FORAGES A GRANDES SECTIONS****CAPTAGE DE SOURCES**

VENTE D'APPAREILS ET OUTILS DE SONDAGE

Pour Missions scientifiques, Entreprises coloniales, etc.

A LOUER

MAISON FONDÉE EN 1838

L. DUMONT

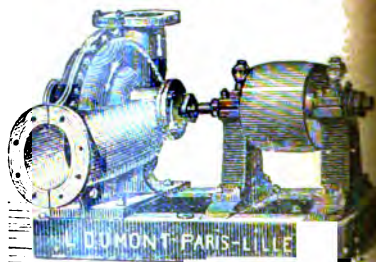
PARIS, 55, rue Sedaine

LILLE, 100, rue d'Isly

POMPES CENTRIFUGES

MÉDAILLE D'OR

EXPOSITION UNIVERSELLE 1889



APPLICABLE AUX MAN

ET POUR TRAVAU

POMPES, CONJUGUÉES PO

SUPÉRIORITÉ

8.500 APPL

Envol franco de

Digitized by Google

APPLICATIONS GÉNÉRALES DE L'ÉLECTRICITÉ
INSTALLATIONS COMPLÈTES D'ÉCLAIRAGE ÉLECTRIQUE

M^{IN} DÉROCHE

PARIS — 21, rue Labois-Rouillon, 21 — PARIS

TÉLÉPHONE | SONNERIE | ACOUSTIQUE

FOURNITURE DES APPAREILS — ENTRETIEN A L'ANNÉE
Plans et Devis sur demande

A LOUER

Fabrique de Lampes de Sûreté en tous Genres

LANTERNES DIVERSES — DÉCOLLETAGE SUR TOUS MÉTAUX
Les plus Hautes Récompenses aux Expositions

COSSET-DUBRULLE FILS

LILLE — INGÉNIEUR-CONSTRUCTEUR — LILLE

3, rue de Toul, 3

3, rue de Toul, 3

Verres divers
CAOUTCHOUC-AMIANTE

Géblanterie

EXÉCUTÉS SUR DESSINS
Flambeau pétrole pour pompiers

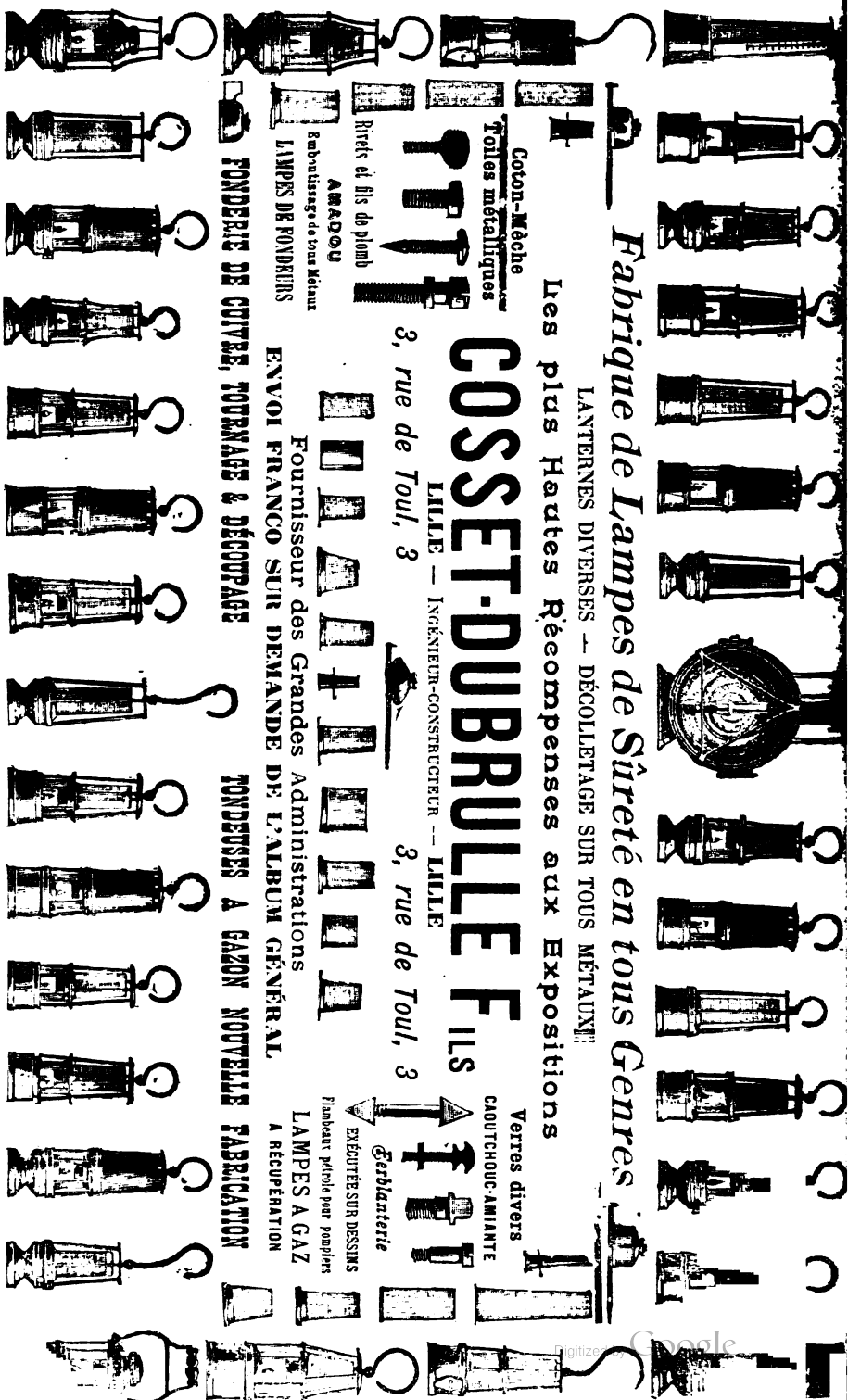
LAMPES A GAZ
A RÉGÉRATION

Fournisseur des Grandes Administrations
ENVOI FRANCO SUR DEMANDE DE L'ALBUM GÉNÉRAL.

TORDEUSES A GAZON NOUVELLE FABRICATION

FONDERIE DE CUIVRE, TORNAGE & DÉCOPAGE

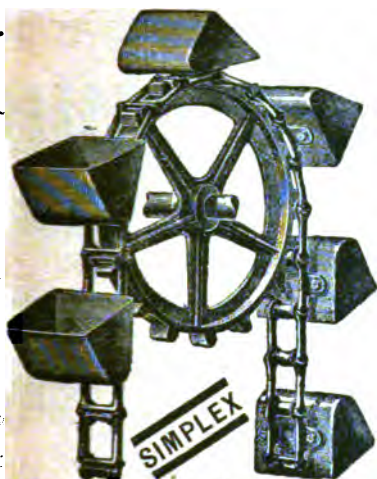
Rivets et fils de plomb
AMADOU
Embouchage de tous Métaux
LAMPES DE FONDERS



ÉLÉVATEURS & TRANSPORTEURS avec Chaînes simplex

SYSTÈME BAGSHAWE

Brevetées S. G. D. G.



MARQUE DÉPOSÉE

BAGSHAWE Aîné

INGÉNIEUR CONSTRUCTEUR

PARIS. — 43, rue Lafayette. — PARIS

GODETS TOLE D'ACIER

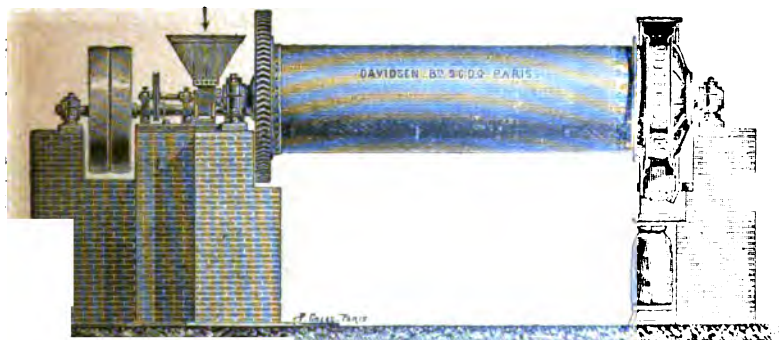
VIS D'ARCHIMÈDE

APPAREILS POUR DÉCHARGEMENTS
DE
BATEAUX

TRANSMISSIONS

DAVIDSEN, INGÉNIEUR CONSTRUCTEUR

PARIS, 118, Rue Lafayette, 118, PARIS



Suppression de la poussière

Suppression de la poussière

FIERS SPÉCIAUX

QUARTZ ET MATIÈRES DURES

GRANDE FINESSE et un GRAND RENDU

MAÇONNERIE ET FUMISTERIE INDUSTRIELLES

Entreprises pour la France et l'Étranger

MORAND & BILLAUD

Ingénieurs-Constructeurs

TÉLÉPHONE

PARIS, 51, rue de Lyon, PARIS

TÉLÉPHONE

Construction de

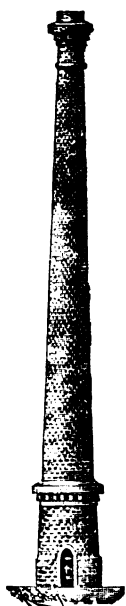
CHEMINÉES EN BRIQUES, FOURNEAUX DE CHAUDIÈRES A VAPEUR,
GAZOGÈNES, RÉCUPÉRATEURS,

ET FOURS DE TOUS SYSTÈMES POUR LA MÉTALLURGIE
BRIQUETTERIES, SUCRERIES, RAFFINERIES, FAÏENCERIES, VERRERIES, ETC.

Four au gaz à réchauffer à renversement, syst. CHARNEAU (Br. S. G. D. G.)

50 0/0 D'ÉCONOMIE SUR TOUS LES FOURS A RÉCUPÉRATION

ÉTUDES ET PLANS D'INSTALLATIONS D'USINES



A LOUER

EXPLOSIFS FAVIE

de la Société française des Poudres de

62, Rue de Provence, PARIS

ADJACANT TOUS EXPLOSIFS CO

nocuité et sécurité absolues

Librairie P. VICQ-DUNOD et C^{ie}, Éditeurs
49, QUAI DES GRANDS-AUGUSTINS, PARIS

VIENT DE PARAÎTRE :

LE CARBURE DE CALCIUM ET L'ACÉTYLÈNE

LES FOURS ÉLECTRIQUES

PAR

C. DE PERRODIL

INGÉNIEUR DES ARTS ET MANUFACTURES

Préface de **Henri MOISSAN**, membre de l'Institut

Un volume grand in-16, avec 77 figures... 7 francs.

MINES ET TRAVAUX PUBLICS

MARCEL GAUPILLAT ET C^{ie}

(Maison fondée en 1891)

SIÈGE SOCIAL : 39, Rue BOURET, à PARIS

FOURNISSEURS DU MINISTÈRE DE LA GUERRE,
DE LA VILLE DE PARIS, DE DIVERS GOUVERNEMENTS ÉTRANGERS
ET DES PRINCIPALES MINES FRANÇAISES ET ÉTRANGÈRES

**DÉTONATEURS AU FULMINATE DE MERCURE
ET DÉTONATEURS A POUDRE SPÉCIALE**

AMORCES ÉLECTRIQUES, Brevetées S. G. D. G. en France et à l'Étranger

NOUVEL EXPLOSEUR ÉLECTRIQUE

Système GAUPILLAT-MANET, breveté S. G. D. G. (Aout 1896)
En France et à l'Étranger

SOCIÉTÉ ANONYME HUMBOLDT

BUREAUX : 19, Boulevard Haussmann, PARIS

MATÉRIEL DE MINES

MACHINES D'EXTRACTION

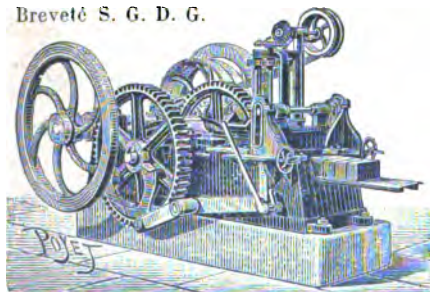
MACHINES D'ÉPUISEMENT

COMPRESSEURS D'AIR ET VENTILATEURS

PRÉPARATION MÉCANIQUE DES MINÉRAIS ET CHARBON

MACHINE A BRIQUETTES

Breveté S. G. D. G.



Simple, Robuste et peu coûteuse

PRODUISANT A VOLONTÉ DES

BRIQUETTES PLEINES OU PERFORÉES

Pression élastique. — Cohésion 80 %.

Agglomération de minerais de fer ou de manganèse, résidus de pyrites ou autres matières à l'état pulvérent pour en faciliter le traitement dans les hauts-fourneaux, etc., etc.

MACHINE A BOULETS

PLEINS OU PERFORÉS

250.000 BOULETS DE HOUILLE,

PLEINS OU PERFORÉS PAR JOUR

L'Agglomération sous un petit volume avec un trou central facilite la combustion des charbons maigres et la calcination des minerais.

Installation d'Usines à Briquettes produisant de 8 à 260 tonnes en 1
à des prix bien inférieurs à ceux des autres systèmes.

MACHINE A CHARBON DE PARIS et à briquettes pour chemins de fer et chaudières
BROYEURS-PULVERISATEURS, broyage par percussion, Engrais, Charbons, Minerais
BROYEURS A MEULES, broyage et malaxage de matières quelconques.
CRIBLES ROTATIFS ou A SECOURS, classement des matières sèches.
LAVOIRS A BRAS OU A VAPEUR, classement par densité. Lavage des houilles
MACHINES A BRIQUES à levier, pour terre ferme et demi-ferme. 6 à 7.000 par jour.
MACHINE A AGGLOMERER à pression simultanée sur deux faces, pour ciment, sucre
FOURS SECHEURS, NORIAS, TRANSPORTEURS, CONCASSEUR
MALAXEURS, ETC., ETC.

Th. DUPUY et F^{ls}

5 MÉDAILLES D'OR

CONSTRUCTEURS — PARIS

RGENT

CONTRIBUTION
A
L'ÉTUDE DES GITES MÉTALLIFÈRES

I. — SUR L'IMPORTANCE DES GITES D'INCLUSIONS ET DE SÉGRÉGATION
DANS UNE CLASSIFICATION DES GITES MÉTALLIFÈRES

II. — SUR LE RÔLE DES PHÉNOMÈNES
D'ALTÉRATION SUPERFICIELLE ET DE REMISE EN MOUVEMENT
DANS LA CONSTITUTION DE CES GISEMENTS

Par M. L. DE LAUNAY,
Ingénieur des Mines, Professeur à l'École supérieure de Mines.

Le présent mémoire a pour but d'exposer un certain nombre d'idées théoriques, relatives à la constitution et, comme conséquence, à la classification des gites métallifères, que nous ont suggérées, depuis plusieurs années, l'observation personnelle, l'étude et la comparaison d'un très grand nombre de ces gisements.

Ces idées, bien que touchant à beaucoup de faits très différents les uns des autres, se rattachent néanmoins toutes à une même doctrine et nous conduisent à quelques conclusions très générales, que nous croyons devoir indiquer dès le début, pour montrer comment nous envisageons, dans leur principe, les phénomènes dont il sera question plus loin. Nous serons amené ainsi à résumer rapidement toute une théorie sommaire du mode de formation des gites métallifères, en insistant sur les types nouveaux que nous avons distingués sous le nom de gites d'inclusions et de ségrégation, pour examiner ensuite (ce

qui est notre objet essentiel) dans quelle mesure la circulation des eaux superficielles a pu modifier ces divers gîtes, ou contribuer à leur formation. Les exemples de gisements, que nous choisirons, seront, de préférence, pris parmi ceux que nous avons visités par nous-même et que nous n'avons pas encore eu l'occasion de décrire (*).

Le point de départ *initial* de tout gîte métallifère doit, à notre avis, être cherché dans un bain métallique (**) interne, maintenu en fusion sous des actions réductrices, où doivent intervenir le carbone, l'hydrogène et peut-être le soufre, et dont les météorites d'abord, puis les péridotites, enfin les roches basiques (***) nous offrent des spécimens de plus en plus altérés, de plus en plus oxydés. C'est par l'examen de ces magmas basiques que doit débiter rationnellement l'étude des gîtes métallifères, et il est particulièrement intéressant d'envisager, à ce point de vue, une nouvelle catégorie de gîtes, que nous avons proposé d'ajouter aux deux catégories classiques des *filons* et des *sédiments*, comme un type moins déformé, moins remanié que ceux-ci, les gisements d'*inclusions* et ceux de *ségrégation*.

(*) Quelques-uns des résultats énoncés plus loin ont déjà été communiqués à l'Institut (*Comptes Rendus* des 22 et 29 mars et 14 juin 1897).

(**) Nous éviterons le mot de laccolithe, qui est commode, mais dont on a abusé. Les laccolithes de Gilbert, dans l'Utah, n'étaient, en réalité, que des intrusions superficielles de masses trachytiques dans des sédiments, intrusions dont on n'a d'ailleurs jamais vu le nucleus supposé. Il nous semble extrêmement exagéré de vouloir, comme c'est un peu la mode aujourd'hui, faire dériver toutes les roches, y compris les granites, de la différenciation d'intrusions semblables. Nous croyons, d'ailleurs, qu'après avoir combattu jadis très justement les cratères de soulèvement, on revient actuellement à attribuer aux roches éruptives une puissance de soulèvement par intrusion très exagérée.

(***) La densité croît, d'après M. Daubrée, du granite (2,60) aux laves pyroxéniques (2,90), aux péridotites (3,40), aux météorites ordinaires (3,5), et enfin aux météorites de fer natif ou holosidères (8).

Il est très remarquable de constater que les péridotites semblent un produit plus oxydé que les météorites; on peut, en effet, passer de celles-là à celles-ci en les chauffant en présence du carbone, dont le rôle, dans le magma profond, paraît avoir été considérable.

tion directe, gisements restés en relations absolument intimes avec les roches basiques, dont nous supposons que tous les autres proviennent plus ou moins immédiatement.

De pareils bains métalliques profonds semblent avoir donné, par divers modes de dérivation : d'une part, toutes les roches constituant notre écorce terrestre, et, d'autre part, tous les gites minéraux et métallifères, qui n'en sont qu'un accident ordinaire, auquel, seules, des considérations pratiques font attacher une importance spéciale.

Cette dérivation s'est faite *anciennement*, sous deux formes :

1° Par scorification directe, avec prépondérance des actions ignées, à l'état de roches de plus en plus acides à mesure qu'on s'élevait plus haut dans les bains de coupellation internes, et que les actions oxydantes, probablement d'origine superficielle, parmi lesquelles nous attribuons le rôle prépondérant aux introductions d'eau, se faisaient plus sentir.

Cette scorification paraît avoir été accompagnée de la ségrégation directe de certains nodules, ou amas encore plus basiques et arrivant à constituer de véritables gites métallifères, de fer, chrome, nickel, cuivre, etc., au moyen des éléments métalliques, d'abord disséminés à l'état d'inclusions dans les roches en fusion ;

2° Par dégagement hydrothermal, c'est-à-dire avec prépondérance des actions aqueuses et intervention bien marquée de certains éléments minéralisateurs, propres à donner aux métaux la mobilité qui leur faisait défaut.

A ces deux modes de dérivation, que relie, comme dans tout phénomène naturel, des cas de transition, ont correspondu deux formes principales de gites filoniens, c'est-à-dire de gites déposés dans les fractures de l'écorce terrestre, formes que l'on a eu raison de séparer, tout en exagérant peut-être trop la démarcation et supprimant les catégories intermédiaires : les gites rocheux ignés,

avec inclusions et ségrégations métalliques, les gîtes hydrothermaux. Leur étude d'ensemble occupera la première partie de ce mémoire.

La dérivation, dont il vient d'être question, a, nous le répétons, suivant nous, eu lieu *anciennement*, avant la consolidation du magma igné à base métallique et, par là, nous nous séparons entièrement de l'école allemande (*), qui ne voit, dans les gîtes métallifères, que des phénomènes de sécrétion récents et superficiels, produits par une sorte de lessivage des roches déjà consolidées et par la dissolution de leurs éléments dans les eaux; mais, d'autre part, nous trouvons que, dans l'ancienne école française, on a un peu trop négligé ces actions superficielles (**), qui, assurément, ne sont pas tout le phénomène, qui, surtout, n'en sont pas la cause première, comme l'ont soutenu les Allemands, mais qui, souvent, l'ont assez profondément modifié pour lui imprimer sa forme actuelle.

Cette forme actuelle est parfois si caractéristique, que des géologues, pénétrés des idées françaises, remarquant l'évidente relation de certaines variations de la minéralisation dans les filons avec la distance à la superficie, ont cru pouvoir en conclure l'importance du rôle joué par cette superficie actuelle, lors de la formation des gisements, considérés pourtant par eux comme déjà fort anciens: ce qui entraînait à des impossibilités, dans la plupart des cas où, tant par l'érosion seule que par les phénomènes dynamiques de tous genres auxquels l'écorce a pu être soumise, la surface actuelle n'a certainement plus aucun rapport avec celle qui existait lors de la cristallisation des filons.

(*) C'est cette école qu'avait suivie, en France, un chimiste distingué, M. Dieulafoy, dont nous rappellerons plusieurs fois les travaux.

(**) Chacun connaît cependant les pages consacrées à cet ordre de questions par Daubrée dans ses *Eaux Souterraines*.

A notre avis, cette influence de la surface au moment du remplissage des filons d'origine profonde, qui est très admissible théoriquement et que l'on a pu rationnellement invoquer, dans certains cas, pour expliquer des variations du gîte avec la profondeur, en admettant qu'il avait dû en résulter, soit un abaissement de température, soit une diminution de pression, n'a eu, en pratique, sur l'allure actuelle des gisements, qu'un rôle à peu près nul, précisément parce que nous ne voyons presque jamais ce qui était la zone superficielle au moment où ces filons se sont remplis, et la plupart des modifications que l'on a ainsi interprétées nous semblent précisément rentrer dans la catégorie de celles, dues à des remises en mouvement récentes, que nous nous proposons d'étudier particulièrement dans la seconde partie de ce mémoire.

Ailleurs encore, prenant des produits de remaniements chimiques pour le gîte initial et constatant que ces dépôts avaient un rapport avec l'allure des vallées actuelles, avec des grottes, ou même englobaient des ossements modernes, on en a conclu, un peu trop vite, que la formation du gisement tout entier, que l'arrivée du métal dans l'ensemble des fractures ou des amas examinés était extrêmement récente.

C'est, par dessus tout, sur le rôle trop méconnu de ces phénomènes secondaires, qualifiés par nous de *remises en mouvement*, que nous désirons insister ici; car ils nous semblent permettre de raccorder les théories, en apparence tout à fait contradictoires, des géologues allemands et français, en distinguant de la venue filonienne primitive, rattachée, suivant les idées d'Élie de Beaumont, aux actions internes, les modifications postérieures, considérées par les Allemands comme l'origine même du gîte et qui, en réalité, dans notre théorie, n'ont fait que déplacer, d'un point à un autre du terrain, des métaux d'origine profonde et déjà préexistants.

Tout, à vrai dire, dans l'histoire du globe, n'est que remise en mouvement ; tout, suivant une expression bien connue, est à l'état de perpétuel *devenir*, et le dégagement des métaux en fumerolles, leur cristallisation ancienne dans les filons, avec les déplacements successifs de métaux qui semblent souvent s'y être produits par la continuation du phénomène hydrothermal, notamment à la rencontre de croiseurs, sont déjà de premiers déplacements de ce genre.

A un degré bien plus marqué encore, le métamorphisme, dont le rôle, dans la formation de l'écorce terrestre, est probablement beaucoup plus considérable qu'on ne le suppose, — et qui peut très bien avoir constitué les granites, par exemple, aux dépens d'anciens sédiments, comme on s'est décidé aujourd'hui à admettre qu'il a produit les gneiss (*), — est lui-même une remise en mouvement.

(*) On sait que l'origine métamorphique des gneiss et micaschistes, soutenue par nous, depuis dix ans, à l'exemple de notre maître, M. Michel Lévy, rallie des partisans de plus en plus nombreux, et nous pensons qu'on renoncera bientôt à chercher, dans ces terrains, dits primitifs, de prétendues successions stratigraphiques, dont l'apparence n'est due qu'à l'intensité plus ou moins grande du métamorphisme. De même, nous sommes porté à croire que nombre de roches éruptives — et peut-être, en premier lieu, les granites — enferment une forte part d'anciens débris sédimentaires soumis à une recristallisation, et nous croyons, notamment, que la présence et l'abondance plus ou moins grande du mica noir ou de l'amphibole sont simplement l'indice de la nature, ou alumineuse, ou calcaire, des bains ainsi absorbés et refondus.

L'apport réellement interne pourrait bien, dans nombre de roches acides, être représenté surtout par les alcalis, arrivés peut-être à l'état de carbonates, ou de chlorures et fluorures sous pression. La véritable scorie profonde, ce sont les roches basiques ; aussi est-ce avec elles qu'on trouve la majeure partie des métaux proprement dits, et spécialement, presque tous les sulfures de fer, nickel, cuivre, etc. Les objections faites récemment par M. Brögger à cet ordre d'idées ne nous paraissent pas convaincantes, et il nous semble surtout qu'il a énormément exagéré la régularité de l'ordre d'alternance des éruptions acides et basiques en une même région, pour en conclure un argument en faveur de sa différenciation en vase clos. A Mételin, par exemple (C. R., 20 janvier 1890), nous avons étudié une série éruptive, dont la basicité paraît avoir été constamment en croissant avec le temps.

Remise en mouvement aussi, le phénomène qui a déterminé la concentration, dans certains bassins de sédimentations fermés, de substances empruntées mécaniquement ou chimiquement aux parois de ce bassin.

Mais, laissant de côté cet ordre de questions trop général, ce que nous voulons tout spécialement étudier, pour le moment, ce sont les remises en mouvement récentes, caractérisées nettement par leur localisation dans la zone superficielle des terrains, où circulent les eaux, alimentées d'oxygène par l'air, et produites par la circulation même de ces eaux.

Cette zone, que nous qualifions ainsi de superficielle et qui est bien limitée, à sa base, par le niveau hydrostatique de la contrée minéralisée, correspondant au thalweg des vallées principales, peut, en réalité, dans les régions très accidentées, comme les pays de montagnes, où se trouvent la plupart des filons métallifères, affecter une hauteur de plusieurs centaines de mètres, c'est-à-dire une partie relativement très considérable de ces filons, et surtout leur portion la plus facilement abordable, celle où les travaux sont, à la fois, les moins coûteux et souvent les plus productifs, par la nature même des minerais : par suite, celle que les mineurs ont eu le plus d'occasions d'examiner, et qu'ils ont, trop souvent, considérée comme représentant l'état initial, donc la forme immuable du dépôt.

L'attention n'ayant pas été appelée, jusqu'ici, sur les phénomènes d'altération, dont ce mémoire cherche précisément à signaler la grande importance, on ne s'est pas assez occupé, en général, d'étudier, à la lumière d'une théorie rationnelle, les modifications observées dans la profondeur des filons et considérées, trop souvent, comme accidentelles, ni de les rapporter au profil extérieur du terrain, donnant le niveau hydrostatique. C'est un ordre d'observations qu'il serait pourtant bien intéressant de multiplier.

La catégorie de phénomènes, dont nous allons nous occuper, est, en grande partie, réglée par des lois chimiques, et, là encore, nous nous séparons de certaines théories relatives aux gîtes métallifères, où le côté physique et mécanique de leur structure est particulièrement considéré. Mais nous croyons que les conditions du dépôt des métaux dans les gisements, aussi bien que celles de leur remise en mouvement, ont été l'effet d'une sorte de métallurgie naturelle, indéfiniment prolongée, à travers les temps géologiques, par le feu et par l'eau, en présence de quelques agents très simples, comme les acides sulfurique, carbonique, chlorhydrique et nitrique, ou leurs sels : métallurgie qui a eu constamment pour effet de séparer, de classer, par ordre de solubilité, les métaux, d'abord confondus pêle-mêle dans le premier bain interne, c'est-à-dire, en résumé, de purifier, de simplifier d'avance les produits, destinés plus tard à être traités par la métallurgie humaine, en favorisant, presque toujours, le travail de celle-ci.

Cette métallurgie naturelle a été, on le conçoit, d'autant plus active et d'autant plus efficace, les remises en mouvement récentes ont été d'autant plus accentuées que le métal se présentait primitivement sous une forme plus aisément soluble : en sorte qu'il est certains cas où ces phénomènes ont frappé tous les observateurs et où leur caractère réel n'a jamais été contesté.

Ainsi les métaux alcalins et alcalino-terreux sont arrivés, chacun le sait, à être, presque exclusivement, groupés et concentrés aujourd'hui sous cette forme, essentiellement secondaire et due à l'intervention des eaux dissolvantes et corrodantes, que l'on appelle des sédiments.

Nul ne saurait dire quelle est l'origine première de la soude, de la potasse, de la chaux ou de l'alumine, ainsi accumulées dans les couches sédimentaires ou les mers ; mais il est certain que les mêmes éléments se trouvent, en très grande

abondance, à l'état de silicates, dans toutes les roches cristallines, dont l'érosion, pendant des durées de siècles extrêmement prolongées, aurait très bien pu suffire à fournir ces bases aux mers, à moins, ce qui est également possible, que roches et mers ne les aient primitivement puisés à la même source profonde.

Quand il s'agit de substances aussi abondantes et aussi aisément mobiles que le gypse, le carbonate de chaux, l'oxyde de fer ou la silice, l'observation la plus élémentaire montre encore qu'il peut se constituer, par un simple transport superficiel, des veinules sans racine profonde et sans continuité, assimilables, au premier abord, à de vrais filons, mais auxquelles on a eu parfaitement raison d'appliquer l'hypothèse de la sécrétion latérale.

Il est même un sulfure métallique, pour lequel la possibilité d'un transport de ce genre est admise par tous, c'est la pyrite de fer, qui, rendue soluble par son oxydation en sulfate, va se reprécipiter sur toutes les matières organiques réductrices qu'elle peut rencontrer.

Mais, ce que l'on sait moins et ce que nous désirons montrer, c'est que des déplacements analogues se produisent, avec plus ou moins de facilité et d'intensité, pour presque toutes les substances métalliques.

La nature des réactions ainsi produites dépend naturellement de l'état sous lequel se présente le métal dans son gîte primitif et nous croyons, par suite, nécessaire, pour mettre un peu d'ordre dans la description, de commencer par classer ces gisements en quelques catégories distinctes, suivant la nature des combinaisons que l'on y rencontre et l'origine que nous leur attribuons.

Dans ce qui va suivre, nous laisserons absolument de côté la formation des gites sédimentaires, pour laquelle la remise en mouvement va de soi et ne peut être discutée, puisque c'est elle seule qui a produit, par une concentration naturelle, tout l'ensemble du dépôt; mais les phé-

nomènes d'altération, dont il sera question plus loin, peuvent — et cela se conçoit — s'appliquer aussi bien à l'affleurement d'une strate qu'à celui d'un filon.

Étant donnée, dès lors, l'origine première, que nous avons attribuée plus haut aux gites métallifères, il est certain que le cas le plus simple est celui où les métaux ne se sont pas séparés du magma métallique primitif, — ou, du moins, de la scorie qui en dérive directement — et où nous les retrouvons, dans ces scories (c'est-à-dire dans les roches éruptives), tantôt entrés en combinaisons avec la silice, tantôt seulement associés à l'oxygène, plus rarement au soufre, ou enfin à l'état natif. C'est cette catégorie de gites que nous appelons les *gites d'inclusions*. Nous examinerons ensuite les *gites de ségrégation directe* et les *filons* proprement dits.

PREMIÈRE PARTIE.

Essai de classification théorique des Gites métallifères. — Nature et Importance des Gites d'Inclusions et de Ségrégation.

A. — **Gites d'inclusions.** — Les gites d'inclusions ont été, jusqu'ici, négligés par les géologues, parce que leur importance pratique, à moins de cas très spéciaux, est généralement faible, sauf pour les substances de grande valeur, comme l'or, le platine, l'étain, le diamant ; mais il n'est pas moins vrai — et c'est un des résultats intéressants obtenus, dans ces dernières années, par les analyses des chimistes — que tous les métaux existent à cet état d'inclusions dans les roches, et nous venons même de rappeler que l'école allemande en a conclu la formation de

tous les gites métallifères par un simple lessivage superficiel de ces inclusions (*).

Pour préciser ce que nous entendons par gites d'inclusions, nous dirons que ce sont les gisements, où un minéral

(*) Parmi les travaux dans cet ordre d'idées, nous citerons : KILLING, *über den Gneiss des N. O. Schwarzwaldes und seine Beziehungen zu den Erzgängen* (Wurtzburg, 1878, 30 p.; résumé dans le *Neues Jahrbuch für Mineralogie*, 1878, p. 657).

Suivant lui, c'est le mica du gneiss qui aurait fourni les métaux aux filons de la Forêt Noire : il contiendrait : PbO, 0,028 ; CuO, 0,070 ; BiO, 0,0056 ; CbO, 0,0094 ; Fl, 0,028. Un mètre cube (2.720 kilogrammes) de gneiss, entièrement dissous, pourrait fournir 133 grammes de galène, 564 de pyrite de cuivre, ou 191 grammes de cuivre, 9.384 de barytine et 1.959 de fluorine.

Si l'on admettait, dans la théorie de lessivage adoptée par Dieulafait, que le bassin cuprifère du Mansfeld résultât d'une dissolution de roches semblables, on voit que cette couche, de 500 kilomètres carrés de surface, avec une moyenne de 130 kilogrammes de cuivre au mètre carré, soit, au total, plus de 50 millions de tonnes de cuivre, aurait exigé la dissolution complète de 250 milliards de mètres cubes de gneiss, ou d'une montagne ayant, sur 500 mètres de hauteur, 50 kilomètres de long et 10 kilomètres de large et qu'il aurait fallu ensuite la précipitation intégrale des substances disséminées dans l'énorme quantité d'eau qu'aurait exigée une semblable érosion.

Par une erreur de raisonnement, qui a été faite souvent, M. Killing se fonde, d'ailleurs, sur ce que les gneiss frais sont plus riches en métaux que les gneiss altérés (ce qui est évident *a priori*, l'altération ayant dû comporter une dissolution partielle), pour conclure que cette altération a fourni le métal aux filons de la région.

Un autre travail intéressant dans le même ordre d'idées est celui de Sandberger (*Berg und Hüttenmännische Zeitung*, 2 novembre 1877, p. 377 à 381, 389 à 392).

Il a porté spécialement sur la recherche, dans les minéraux ferro-magnésiens de la Forêt Noire, de la barytine, de la fluorine, du cuivre, du nickel, etc. L'olivine est, cela se conçoit, la plus riche ; l'hornblende et l'augite ont, presque toujours, contenu des traces de cobalt ; le cuivre, plus irrégulier, est parfois plus abondant. Le mica noir a donné des résultats analogues. L'auteur a remarqué que les formations de cuivre et de plomb, sur les laves du Vésuve ou d'autres volcans, doivent avoir été empruntées à l'augite des laves. Comme il le dit en terminant, ses analyses ont simplement confirmé ce qu'il était aisé de prévoir : à savoir, l'existence des métaux lourds en traces dans les silicates des roches.

M. Dieulafait, qui n'a guère fait qu'introduire plus tard ces idées en France, s'est attaché, de même, à reconnaître la présence du zinc, du manganèse, etc., dans les terrains du Plateau Central, au voisinage de gisements de ces métaux ; il a constaté que la présence du zinc pouvait être reconnue sur 1 gramme d'un échantillon quelconque ; celle du cuivre et du manganèse, sur 10 grammes. L'eau de la mer a donné lieu à des constatations analogues.

pratiquement utilisable se présente dans les mêmes conditions que les autres éléments constitutants d'une roche, généralement étudiés en pétrographie, c'est-à-dire s'y est consolidé en même temps que les autres minéraux, ou développé par une réaction secondaire immédiate, sans qu'il y ait eu transport à distance sous des influences hydrothermales et filoniennes (*).

Ainsi, dans les trachytes à apatite de Jumilla, au cap de Gate, l'apatite, disséminée en cristaux de première consolidation dans la pâte, forme un gîte d'inclusions phosphaté, et on peut en dire autant pour les filons d'Oddegarden en Norvège, où l'apatite est associée avec mica noir, enstatite et hornblende; de même encore, le diamant dans la brèche à olivine du Cap; l'émeraude dans les granulites de l'Oural; la magnétite dans certains granites à magnétite (**) d'où l'on a extrait les cristaux du minerai par un simple lavage, au Japon (province de Harima); la cassitérite dans nombre de granulites, formant, par elles-mêmes et indépendamment de tout filon, des gîtes stannifères; l'or dans diverses diorites, dont toute la masse contient des traces éparses du métal précieux, etc.

Les conditions sont nécessairement très différentes, suivant que l'on considère des roches acides ou des roches basiques, et ceci nous amène forcément à faire une courte

(*) On remarquera que, par la création de ce type nouveau de gisements, nous faisons disparaître la différence théorique que l'on semblait établir jadis entre les *minéraux* inutilisables, constituant les roches et les *minerais* utilisables, formant les filons. Il eût été assez singulier que la nature eût adopté deux modes de formation complètement distincts pour les substances minérales, suivant que l'homme devait, ou non, en faire un usage pratique. Cette apparente distinction, qui correspond pourtant à une certaine mesure à un fait réel, tient seulement à ce que les métaux proprement dits, étant plus denses et donnant, avec l'oxygène, des bases moins énergiques, n'ont pu être apportés vers la superficie que plus exceptionnellement, par les influences spéciales auxquelles sont dus les filons. Mais il existe, comme dans tout phénomène naturel, une série de cas intermédiaires.

(**) *Ann. des Mines*, 7^e série, t. VI, 1874, p. 345: Traitement du minerai de fer au Japon, par D. Sevoz.

digression sur la composition chimique des roches, afin de montrer comment les métaux se sont répartis entre elles à l'état d'inclusions, sans vouloir cependant, cela va de soi, aborder la discussion très compliquée des théories récemment émises par MM. Rosenbusch, Iddings, Brögger, Vogt, etc., sur ce qu'ils appellent la différenciation (*spaltung*) des magmas.

Les roches acides sont, par définition même, celles où la silice est la plus abondante et, pour préciser, celles où la teneur en silice atteint ou dépasse celle des feldspaths les plus acides : l'albite (68 p. 100) et l'orthose (66 p. 100) (l'analyse portant sur la pâte, indépendamment des cristaux de formation antérieure). On arrive ainsi à des types extrêmement chargés d'oxygène, pouvant en contenir jusqu'à 50 p. 100 (la teneur de la silice en oxygène étant de 53 p. 100).

Le fait fondamental et essentiel, dans cette scorification qui a produit les roches, étant la combinaison d'un magma réducteur et carburé avec l'oxygène, venu plus ou moins directement de l'extérieur, les premiers métaux, qui ont dû monter à la surface du bassin de coupellation et prendre, dans les roches acides, une part prépondérante, ont naturellement dû être ceux que l'affinité la plus puissante attirait vers l'oxygène et qui, par suite, forment avec lui des combinaisons tellement tenaces que les efforts de la chimie ont été longtemps impuissants à les en isoler : ainsi, en dehors de l'hydrogène (ou du carbone, dont le rôle est spécial), le potassium, le sodium, l'aluminium, le magnésium; puis le calcium, le baryum, le strontium et, à un degré moindre, le fer, comme éléments basiques et, d'autre part, le silicium (ou, exceptionnellement, ses homologues, le titane et l'étain) jouant le rôle d'acides (*).

(*) Le silicium et le titane, l'aluminium et le magnésium, le calcium, le baryum et le strontium n'ont pu être obtenus à l'état libre que par

Les métaux moins oxydables sont restés dans le fond des magmas et ne se sont élevés vers le jour que par l'intervention de minéralisateurs spéciaux, dont le rôle paraît avoir été considérable également dans la cristallisation des roches acides minéralisateurs, au premier rang desquels il faut compter le fluor, puis le soufre.

Par une coïncidence, qui doit tenir à une loi naturelle très générale, les éléments avides d'oxygène se trouvent être, en même temps, dans l'ensemble, les plus légers : ce qui fait aisément comprendre comment, montés d'abord à la surface des magmas internes, ils ont constitué la presque totalité des roches et surtout des roches acides.

En résumé, il paraît bien difficile d'expliquer cette sorte de classification naturelle, qu'une lente métallurgie interne a produite entre les divers métaux, tout d'abord confondus dans un même creuset, sans faire intervenir plusieurs actions distinctes : d'une part, la densité ; de l'autre, des affinités plus ou moins fortes pour certains métalloïdes, dont l'un, l'oxygène, a surtout un rôle capital dans la formation des roches, tandis que les autres, fluor, soufre, etc., sont plutôt intervenus dans la production des filons métallifères.

l'électricité, avec des précautions spéciales pour éviter la réoxydation, ou en faisant intervenir le sodium métallique. Mis en présence de l'oxygène, ils ont toujours une forte tendance à se combiner avec lui : surtout, dans le cas du silicium, quand il existe, au contact, une base, comme un alcali, capable de donner un silicate fusible. Nous n'avons pas besoin de rappeler l'analogie bien connue entre le silicium et le carbone, qui fait penser que le premier corps s'est trouvé, au même titre que le second, dans le bain métallique interne, d'où sont dérivées les roches ; mais le silicium paraît être parti tout entier vers l'extérieur, avec l'oxygène, tandis que le carbone est resté, sans doute, en grande partie, dans le fond métallique des creusets. On a remarqué que l'oxygène formait 50 p. 100 de la croûte terrestre superficielle, le silicium 28 p. 100, et qu'avec l'aluminium, le magnésium, le calcium, le potassium, le sodium, le fer et le carbone, on arrive à $\frac{977}{1000}$: ce qui montre le caractère exceptionnel des autres métaux plus lourds, probablement encore concentrés dans le noyau dense de notre globe.

Dans ces magmas rocheux, la silice, qui est, pour les roches, l'élément acide par excellence, a saturé d'abord les bases les plus fortes, c'est-à-dire les alcalis et l'alumine, puis la chaux et, en dernier lieu, la magnésie (*) et le fer. Suivant sa proportion plus ou moins élevée, la roche a été acide ou basique.

On a fait observer, depuis longtemps, combien la correspondance remarquable, qui existe entre le degré d'acidité ou d'oxydation et la densité ou la profondeur originelle des magmas, était une forte preuve en faveur de l'hypothèse d'une production des roches par la coupellation progressive d'un laccolithe fluide (**) (ce qui n'exclut nullement l'absorption possible par ces magmas d'anciens sédiments, ayant pu se refondre et recristalliser dans les roches). On retrouve, dans le détail, pour la répartition des métaux eux-mêmes dans les roches, un rapport analogue avec la densité, un peu moins précis pourtant, parce que d'autres propriétés chimiques sont intervenues.

Ainsi l'élément le plus caractéristique des roches acides, après la silice, c'est l'alumine, qui fait à peu près complètement défaut dans les silicates des roches basiques (***) (pyroxène, périclase, etc.), tandis qu'elle entre, comme élément intégrant, dans les feldspaths, feldspathoïdes et micas des roches acides, arrivant même à être en excès sur la composition feldspathique dans certaines roches très micacées. Parmi les résultats remarquables

(*) La teneur en magnésie est, bien plus que celle en fer, caractéristique du degré de basicité des roches.

(**) C'est, dans cet ordre d'idées, un fait remarquable que la loi générale, formulée pour la première fois par M. Fouqué dans son mémoire sur Santorin et précisée dans son ouvrage récent sur les feldspaths, d'après laquelle, dans les roches microlithiques à deux temps de consolidation, les microlithes, formant la pâte solidifiée en dernier lieu, sont toujours plus acides que les cristaux de feldspath du premier temps, infratelluriques.

(***) L'amphibole en contient pourtant une petite quantité, et l'on en trouve même dans le pyroxène.

du mode de comparaison et de rapprochement graphique, que vient d'imaginer M. Michel Lévy pour mettre en lumière, dans la composition des roches, d'une part la teneur en éléments feldspathiques, de l'autre celle en éléments ferrugineux (*), l'un des plus frappants est l'affinité intime, qui attire constamment l'alumine vers la silice, la magnésie vers la chaux. Il est tout à fait exceptionnel de voir de l'alumine avec de la chaux en excès (non combinée, elle-même, à la silice), sauf dans certains kersantons.

Si nous prenons, par exemple, deux types extrêmes, l'un acide, l'autre basique, un granite contient, en moyenne, 68 p. 100 de silice et 16 p. 100 d'alumine, tous les autres corps comptant seulement pour 16 p. 100, dont moitié d'alcalis; une péridotite renferme 40 p. 100 de silice et 60 p. 100 de magnésie et d'oxyde de fer.

Or les deux poids atomiques du silicium (28) et de l'aluminium (27,5) sont, non seulement presque identiques, mais encore les plus faibles de tous ceux des éléments constituant les roches, si l'on excepte la soude (23), qui, en effet, forme le feldspath le plus acide, l'albite, et entre, par les plagioclases, en fortes proportions dans les roches acides.

La coïncidence n'est pas aussi complète pour les autres métaux des roches; mais, néanmoins, dans l'ensemble, ceux qui prennent part normalement à la composition des roches sont ceux dont les atomes sont les plus légers: $\text{Na} = 23$; $\text{K} = 39$; $\text{Mg} = 24$; $\text{Ca} = 40$; $\text{Mn} = 55$; $\text{Fe} = 56$; $\text{Cr} = 57,5$; $\text{Ni} = 59$. D'une façon générale, la chaux et la magnésie (**) caractérisent les roches basiques; l'alumine

(*) Ces études ont le grand avantage de faire intervenir, dans la détermination pétrographique, la *proportion* des éléments considérés, tandis que, jusqu'ici, en se bornant à un examen microscopique, on n'appréciait que leur nature.

(**) Dans le granite et la granulite, les feldspaths dominants sont l'orthose, le microcline et l'albite, c'est-à-dire des feldspaths potassiques et sodiques. Les plagioclases calcosodiques n'apparaissent qu'accessoire

et les alcalis les roches acides, beaucoup plus que ne peuvent le faire le fer ou le silicium, dont la présence est un peu banale et dont la proportion seulement est à considérer (*).

Plus nous tendons vers des types basiques, plus l'alumine et la silice disparaissent, plus la magnésie et le fer augmentent; le péridot, caractéristique de ces roches, est un silicate de magnésie plus ou moins ferrugineux; en même temps, la proportion d'oxygène diminuant, le fer, qui était en oligiste, c'est-à-dire en sesquioxyde, dans les roches acides, passe à l'état de magnétite, c'est-à-dire d'oxyde incomplet, de protoxyde combiné à la silice, ou même de fer natif, dans les roches basiques.

Quant aux métaux plus élevés dans la série et dont le poids atomique est plus considérable, ils n'apparaissent en quantité un peu notable qu'avec les roches les plus basiques, notamment dans les péridotites, ou à l'état de traces dans l'augite des diabases ou les micas de diverses roches, et, lorsqu'ils existent dans les scories plus légères, plus oxydées, c'est en vertu d'une autre catégorie de phénomènes, dont l'influence arrive immédiatement après la densité, l'action des minéralisateurs et des dissolvants.

ment et ce semble, par refusion d'éléments calcaires empruntés à des terrains préexistants, qui, en même temps, forment de l'amphibole (LACROIX, *Min. de la France*, I, 52). Au contraire, dans les diorites, diabases et gabbros, les feldspaths essentiels sont des plagioclases, qui, dans les termes très basiques, aboutissent même à de l'anorthite, le feldspath calcaire. La magnésie et le fer commencent à se montrer dans certains plagioclases, mais jouent surtout un rôle dans les micas.

(*) Ces éléments ordinaires des roches sont, comme il est aisé de s'y attendre, ceux qui constituent la presque totalité des gîtes sédimentaires, ceux-ci ne résultant évidemment que de la destruction, de la remise en mouvement chimique ou mécanique de celles-là et, pour la même raison, ce sont également ceux qui jouent un rôle prépondérant dans la composition des mers, où se triturent constamment les roches et se reforment les sédiments. Mais cette eau de la mer, par un phénomène bien naturel, que les analyses de quelques chimistes patients ont mis en lumière avec un peu trop de fracas, contient, en outre, des traces plus ou moins sensibles de tous les métaux contenus dans les roches.

Parmi les éléments accessoires, dont l'intervention dans les roches est très ordinaire, bien que leurs fortes densités ne le fassent pas prévoir, on peut citer le baryum (137) et le strontium (87,5) : ce qui peut s'expliquer par l'analogie de leurs propriétés chimiques avec celles du groupe calcaire.

Dans les roches basiques, considérées comme correspondant au fond du creuset plus dense et moins oxydé, les inclusions métalliques, à l'état d'oxydes incomplets ou de sulfures, jouent un rôle singulièrement plus important que dans les roches acides : ce qui, entre autres raisons, peut tenir à ce fait que, l'oxygène et la silice ayant fait défaut, ces métaux, même lorsqu'ils étaient susceptibles d'entrer en combinaison silicatée (comme c'est le cas pour le fer), sont demeurés dans un état de liberté relative. C'est, de même, dans ces roches plus fluides que se sont produites les ségrégations, les différenciations les mieux caractérisées.

Le fer des roches basiques est, tout au plus, à l'état d'oxyde neutre Fe^3O^4 , sous forme de magnétite, ou de protoxyde FeO , combiné avec la silice dans les péridots ; mais on le trouve aussi en sulfure, très fréquent dans les diabases, ou même en fer natif (*).

Avec lui, apparaît le phosphore, son fidèle compagnon dans tous les gisements où il n'en a pas été séparé par une épuration naturelle, souvent due au métamorphisme.

(*) On connaît les deux exemples classiques de fer natif, dans les deux cas nickelifère : à Ovivak, au Groënland, dans une dolérite traversant un terrain tertiaire bitumineux et charbonneux, à l'influence réductrice duquel on a voulu attribuer ce fer natif : en Nouvelle-Zélande, à l'état d'awaruite contenant 68 de nickel pour 31 de fer, dans une péridotite à spinelle et enstatite. Le fer d'Ovivak contient, pour 1 de nickel, 1/3 de cobalt et 1/5 de cuivre, proportion qui est à peu près celle des pyrrhotines norvégiennes.

M. Vogt a cité d'autres fers nickelifères à Elvo, en Piémont, et à Joséphine, en Océgon.

Le chrome suit une fortune analogue, soit en spinelle, picotite assimilable à la magnétite, soit en fer chromé. Les trois sesquioxides Fe_2O_3 , Cr_2O_3 et, plus rarement, Al_2O_3 se montrent ensemble dans les péridotites.

Le nickel et le cuivre sont à l'état de sulfures dans la pyrite magnétique, ou la pyrite de fer cuivreuse, ou se substituent partiellement au fer dans l'olivine des péridotites.

Le platine et l'or restent à l'état natif, ce dernier métal englobé dans la pyrite de fer, ou les combinaisons séléniées, tellurées, antimoniées, qui peuvent prendre la place des sulfures.

Si l'on veut, d'ailleurs, préciser ces données sur ces magmas basiques, il convient de partir des météorites, qui en semblent le type le plus parfait et, en même temps, le plus profond.

Les météorites, on le sait, renferment, avec des silicates : olivine, enstatite (plus rarement feldspath et pyroxène), du fer natif, du nickel (souvent en pyrrhotine) arrivant à former 17 p. 100 de la masse, du fer chromé, du cuivre, du carbone cristallisé en graphite ou en diamant et un corps, sur la présence duquel nous insistons, parce que son association avec le fer, peu mise en lumière jusqu'ici, est, à notre avis, très caractéristique : le phosphore (*).

Après les gites d'inclusions, qui représentent, en somme, une sorte de résidu, où les métaux proprement dits n'apparaissent en quantités notables qu'à l'état exceptionnel et, un peu, comme des grenailles de fer dans une scorie, le cas ordinaire des gites métallifères est celui où une réelle

(*) M. Vogt a insisté, d'autre part, sur l'association du fer et du titane dans les roches basiques (norites, hypérites, etc.).

séparation s'est produite entre la roche mère et le métal qui en est émané, séparation parfois tellement complète qu'il est alors impossible pratiquement de dire à quelle source se rattache tel gîte métallifère important, mais, ailleurs, au contraire, à peine esquissée, dans les gîtes de départ ou de ségrégation directe, souvent appelés aussi gîtes de contact.

Cette séparation nous semble avoir pu se produire de deux façons distinctes : soit (et c'est le cas le plus rare), par une *ségrégation*, probablement contemporaine de la consolidation, où se sont isolés, dans la masse même d'une roche basique et souvent à sa périphérie, des amas métalliques, que nous rattachons aux gîtes d'inclusions, parce qu'ils font encore, pour ainsi dire, partie intégrante de la roche, mais qui préparent déjà la transition aux filons ; soit, plus fréquemment, par une *circulation hydrothermale* et minéralisée.

B. — *Gîtes de ségrégation directe et de départ.* — Les gîtes de ségrégation directe, qui correspondent à ce que M. Vogt a appelé les gîtes de *différentiation* (*), comprennent un certain nombre de concentrations métalliques, particulièrement d'oxydes incomplets ou de métaux natifs, plus exceptionnellement de sulfures, semblant avoir été produites, sans transport à grande distance dû à une intervention spéciale des minéralisateurs, par une sorte de liquation du bain fondu. Ils ne sont que l'exagération et le cas extrême de ces concentrations plus basiques (ferrugineuses ou magnésiennes), qu'on remarque souvent

(*) Voir une série de remarquables études, publiées, depuis 1893, dans la *Zeitschrift für praktische Geologie*, sur la formation des gîtes métallifères par différenciation dans des magmas basiques, sur les amas pyriteux du type Røraas-Rammelsberg, sur les filons d'apatite, les gîtes de fer chromé et de fer titané, etc.

en certains points des roches basiques, toujours très inhomogènes de leur nature (*).

Les gîtes de ce genre les plus typiques se trouvent dans des péridotites, ou dans des serpentines, produites par l'altération de ces péridotites, et consistent spécialement en magnétite, fer chromé (**), fer titané (***), platine, pyrite de fer, pyrrhotine nickelifère et chalcopyrite (****).

(*) Le type de ségrégation choisi par M. Vogt est le passage au kersanton, dans ses salbandes, d'un porphyre syénitique de Christiania. Or, dans ce kersanton, la proportion de pyrite est quadruplée, celle d'apatite triplée : ce qui semblerait indiquer un accroissement du soufre et du fluor, c'est-à-dire des minéralisateurs, dont les géologues étrangers sont trop portés à diminuer, ou même à supprimer l'intervention.

(**) Nous avons été frappé autrefois de ce que les grandes masses de magnétite et de fer chromé se trouvent surtout dans les serpentines, c'est-à-dire dans le produit d'altération des péridotites, alors que le péridot et le picotite des mêmes roches donnent aisément, en s'altérant, des cristaux microscopiques de ces mêmes minéraux, et nous avons été tenté d'en conclure que la formation même des gisements était le résultat d'une remise en mouvement secondaire, produite par cette altération ; mais, comme l'a fait remarquer M. Vogt, la présence d'amas analogues de fer chromé dans des péridotites fraîches est contraire à cette hypothèse. La ségrégation de ces masses métalliques semblerait donc indépendante de la serpentinisation. Il resterait, d'ailleurs, à examiner si cette serpentinisation même n'est pas souvent contemporaine de la cristallisation (comme paraîtrait le prouver sa persistance à de très grandes profondeurs) et si elle n'a pas été produite par un excès de vapeur d'eau, dont la présence, dans le magma fondu, aurait pu, en même temps, faciliter la concentration métallique. Dans le cas des chalcopyrites incluses dans ces serpentines, comme au Monte Catini, l'altération superficielle a eu surtout pour effet de transformer la chalcopyrite en phillipsite, chalcosine et cuivre gris.

(***) M. Vogt a particulièrement étudié les nodules de fer titané, avec spinelle chromifère, qui s'isolent, au milieu de norites à ilménite, dans la région d'Ekersund. Il en a rapproché les magnétites titanifères avec vanadium dans l'hypérite à olivine de Taberg, le fer titané dans le gabbro du Mesabi Range (Minnesota) et les pyroxénites à ilménite, titanate de chaux, tantaloniobate et apatite dans la néphéline à pyroxène de Jacutinga au Brésil. Ces gisements présentent ce caractère commun d'être au centre des massifs basiques (non à leur périphérie, comme ceux de pyrrhotine nickelifère) et de renfermer toujours le titane allié au fer (comme peut l'être le silicium), plus rarement au magnésium, jamais libre ; l'alumine, quand elle existe, est isolée en spinelle.

(****) L'association du nickel et du cuivre avec les pyrrhotines est très fréquente, notamment au Canada. D'autre part, il n'est guère de

Ainsi que nous venons de le supposer dans notre définition, l'influence des minéralisateurs ne nous paraît pas, dans les cas les plus nets, — par exemple, quand il s'agit de fer titané ou de magnétite titanifère dans les norites ou hypérites de Norvège, de fer chromé dans les serpentines d'Asie-Mineure, de l'Oural, du Banat, etc., — avoir été beaucoup plus active pour la concentration de ces métaux que pour la cristallisation des autres éléments de la roche : cristallisation dans laquelle nous croyons, d'ailleurs, contrairement à l'école de M. Rosenbusch, qu'elle est, presque constamment, intervenue.

Mais ce rôle des minéralisateurs nous semble avoir été de plus en plus marqué dans toute cette grande série de gîtes sulfurés, qui, pour le cuivre notamment, commencent avec de véritables inclusions, pour arriver, par de nombreux cas intermédiaires, à des filons de chalcopryrite absolument indépendants de la roche mère, et il y a là tout un groupe de *gîtes de départ ou de contact* (*), que l'on peut, sans doute, pour la simplicité des classifications, rattacher aux gîtes de ségrégation, dont ils dérivent, mais seulement à la condition expresse de remarquer que le rôle des minéralisateurs s'y accentue progressivement et qu'ils amènent, par des transitions insensibles, à de véritables gîtes filoniens.

Nous serions assez disposé à restreindre, beaucoup plus qu'on ne l'a fait, dans ces derniers temps, en Amérique et en Norvège, cette catégorie de gîtes de

cuivre qui ne contienne des traces d'or, comme le plomb renferme de l'argent. En Colombie britannique, près de Rossland, dans le district de Trail Creek, on vient de commencer à exploiter pour or une association de pyrrhotine, avec chalcopryrite aurifère, en grandes masses.

(*) Il importe de ne pas confondre, avec ces gîtes de contact par départ immédiat, les filons proprement dits, qui peuvent se trouver accidentellement au contact d'une roche éruptive, simplement parce que ce plan de contact offrait aux phénomènes dynamiques, qui ont ouvert les fractures filoniennes, un plan de cassure facile.

ségrégation et à établir une coupure entre les *gîtes de ségrégation* proprement dits, formés d'oxydes de fer, chrome, ou titane, qui sont toujours restés dans le cœur des massifs basiques, et les *gîtes de départ* sulfurés (pyrrhotines nickelifères, chalcopyrites), qui se sont, au contraire, portés, en raison d'une mobilité plus grande, vers la périphérie de massifs analogues.

Dans la théorie de M. Vogt, qui a admis, en les étendant aux gîtes métallifères, les idées de MM. Iddings et Rosenbusch sur la différenciation (*spaltung*) des magmas, on se refuse, au contraire, à faire intervenir, dans la formation de tous ces gisements, les minéralisateurs et la vapeur d'eau, réduisant tout le phénomène de la ségrégation des oxydes ou sulfures métalliques (comme celui, plus général, de la différenciation des roches) à une simple liquation opérée en vase clos.

Nous ne comprenons pas, pour notre part, pourquoi l'on prétend exclure de ces réactions les éléments gazeux et aqueux sous pression, dont le rôle est tellement essentiel et caractéristique dans toutes les manifestations volcaniques et dont l'intervention a dû être tellement propre à prêter aux molécules confondues dans un bain igné une mobilité, que l'on a quelque peine à expliquer autrement par des différences de température et de pression, par des actions d'endosmose, etc... Nous serions beaucoup plutôt porté inversement à diminuer le rôle des phénomènes purement ignés, pour expliquer la cristallisation de bien des minéraux par la présence de dissolvants sous pression, tels que l'acide carbonique liquide, les chlorures, fluorures ou sulfures alcalins : la présence de ceux-ci étant suffisamment prouvée, en tant de cas, par les inclusions liquides ou gazeuses des cristaux.

Cette divergence de vues avec d'éminents géologues étrangers vient surtout, ce nous semble, de ce que l'école à laquelle se rattache M. Vogt n'admet, comme ayant

joué le rôle de minéralisateurs, comme ayant produit des gîtes par *pneumatolyse*, que les éléments du groupe fluor, bore, etc., tandis que nous attribuons une action analogue à tous les corps dont les fumerolles volcaniques nous offrent encore aujourd'hui le spécimen.

La plupart des gisements de ségrégation proprement dits offrent ce caractère commun d'être en nodules, en boules, en lentilles, en amas limités dans tous les sens et grossièrement ellipsoïdaux, suivant l'allure connue des gîtes de fer chromé ou de magnétite au cœur des péridotites; mais, à mesure que l'intervention des minéralisateurs se marque mieux et, en prêtant aux métaux plus de mobilité, permet leur concentration plus complète en des points plus propices, notamment sur la face externe du noyau éruptif, sous le couvercle impénétrable des roches encaissantes, nous avons des gisements, qui tendent davantage vers le type filonien, qui s'infiltrant en veinules, se ramifient en stockwerks, parfois se localisent en filons de contact. Ces derniers types sont particulièrement bien marqués pour les rares gisements de départ direct et immédiat, qu'on peut rattacher aux roches acides, c'est-à-dire à des roches qui, évidemment, contenaient un excès de minéralisateurs (notamment du fluor ou du chlore); et, quand l'étain ou l'or se présentent ainsi localisés dans la roche mère (granulite, trachyte, rhyolite, etc.), c'est à l'état de filonnets ramifiés, divergents, de fissures de retrait coincées en profondeur dans la roche.

Mais des types analogues peuvent exister aussi pour les sulfures émanés des roches basiques, qui, suivant la nature des métaux ou des minéralisateurs en jeu, suivant la prédominance locale des réactions ignées ou aqueuses, remplissent des gisements très divers, dont l'allure amène progressivement, par les amas de contact bien connus, pour les pyrrhotines nickelifères, autour des gabbros norvé-

giens (*), à de véritables filons concrétionnés du genre des filons plombifères.

C. — **Gîtes filoniens.** — Quand on cherche à reconnaître quelle a été, pour les divers métaux, l'action variable des minéralisateurs, on doit constater, d'abord, qu'elle a surtout produit un départ et une concentration filonienne, pour ceux des éléments qu'une affinité particulière n'attirait pas vers la silice, et qui, par suite, n'ont pas été assimilés par elle et englobés à l'état de silicates dans la pâte même des roches : c'est-à-dire que, dans les filons métallifères, on ne trouvera, pour ainsi dire jamais, les premiers métaux vraiment caractéristiques des roches, potassium, sodium, magnésium et aluminium et que les suivants, le calcium, le baryum, le strontium y seront assez rares et y apparaîtront peut-être simplement comme un emprunt fait à la superficie. Quant à la silice elle-même, très abondante dans les filons métallifères, elle s'y distingue immédiatement de la silice des roches en ce que, même lorsqu'elle se trouve en présence de corps comme le calcium, le baryum, le fer, etc., avec lesquels elle est toujours combinée dans les roches, dans les filons, elle est restée

(*) D'après M. Vogt, les gabbros norvégiens comprennent trois types distincts : hypérites à olivine, avec ségrégations oxydées d'ilménite, rutile, apatite ; norites, avec pyrrhotines nickelifères ; gabbros à saussurite avec apatite. La localisation des pyrrhotines à la périphérie des gabbros est remarquablement nette à Ertelien, Romsaas, Meinkjær, Lutte, Bamle, etc... Les sulfures sont, d'ailleurs, un élément constituant de ces roches, qui présentent (à Meinkjær) des types de transition formés d'un gabbro très riche en pyrrhotine. Cette pyrrhotine englobe tous les autres minéraux, comme un magma de seconde consolidation plus fusible et pénètre même dans leurs cassures. Dans d'autres pays, des pyrrhotines sont en relation avec d'autres roches basiques, diorites, diabases, diabases à olivine. D'après nos observations, les pyrites cuivreuses de Rio-Tinto, comme les pyrites aurifères du Witwatersrand, auraient, de même, bien des chances pour être en relation avec des roches de la série diabasique.

à l'état libre (*) : ce qui doit tenir à ce que, là, elle a été en présence d'acides plus énergiques (fluorhydrique, sulfurique, ou carbonique), qui ne lui ont pas permis de s'associer avec les bases, ou même l'ont expulsée des combinaisons qu'elle avait commencé par former. Il est bien possible qu'une grande partie de la silice des filons se trouve ainsi à cet état spécial, qu'on a appelé l'état naissant, s'étant déposée au moment même où un acide plus puissant la mettait en liberté.

Par assimilation avec les fumerolles volcaniques, nous admettons que les dégagements gazeux successifs des roches ont, en s'appauvrissant de plus en plus avec la diminution de la chaleur et de l'énergie chimique, été marqués, d'abord par la prédominance des chlorofluorures, puis des sulfures, enfin de l'acide carbonique : chaque terme présentant, en outre des siens propres, les produits des émanations suivantes (sulfures et carbonates avec les fluorures), mais la réciproque n'étant pas vraie.

L'action fluorée semble surtout marquée pour les métaux suivants : étain, titane (**), silicium, tungstène, or, et, peut-être, manganèse et fer : les trois derniers s'étant également formés dans d'autres circonstances et même dans des magmas basiques ; elle a eu pour résultat, par double réaction avec l'eau, la précipitation d'oxydes, sauf dans le cas de l'or, déposé à l'état natif en vertu de sa réduction très facile, et ces oxydes (par un phénomène absolument exceptionnel dans les gîtes métallifères, toujours déposés à l'état réduit) persistent jusqu'aux pro-

(*) Comme exception, on doit cependant citer le manganèse, qui se présente souvent dans les filons de métaux précieux à l'état de silicate et, peut-être, l'or qui peut former un aurosilicate. Les silicates ferrugineux, tels que grenat, épidote, etc., ne sont que des produits secondaires.

(**) Il s'agit ici du titane oxydé (rutil et anatase) ; car le fer titané paraît, au contraire, s'être produit sans intervention fluorée, par ségrégation de norites, d'hypérites, gabbros, etc.

fondeurs les plus grandes des exploitations sans passer aux sulfures (*).

Ces métaux se rapprochent, par là, de ceux qui constituent les roches, métaux également oxydés à toutes profondeurs, tandis qu'ils se différencient des métaux filoniens ordinaires, unis, pour la plupart, au soufre ou à ses homologues. En outre, le caractère des gisements eux-mêmes présente quelque chose de corrélatif : ces métaux, qui, manifestement, n'ont pu se dégager de la roche qu'à très haute température et par l'intervention de dissolvants très énergiques, ne s'en sont jamais beaucoup écartés ; ils partent des gîtes d'inclusions proprement dits pour présenter les types : fissures de retraits, stockwerks (c'est-à-dire réseaux de veines irrégulières et ramifiées), gîtes de contact et n'arrivent qu'exceptionnellement à remplir des filons proprement dits, toujours au voisinage des roches acides et en présence d'un excès de silice : c'est-à-dire que, lorsqu'ils ont cristallisé en filons, ils l'ont fait probablement dans des conditions analogues à celles qui ont dû marquer la cristallisation des granulites, sous pression, en présence de dissolvants très actifs et à température relativement haute.

L'action sulfurée, action minéralisatrice par excellence, a produit la plus grande partie des gîtes métallifères, fer, cuivre, nickel, cobalt, bismuth, antimoine, plomb, zinc, argent, mercure.

C'est la plus connue et celle sur laquelle il est, par suite, le moins nécessaire de s'étendre.

Enfin, quand les fumerolles d'acide carbonique se sont produites, il n'est pas certain que les roches aient été encore assez chaudes pour livrer en grande quantité leurs métaux, sauf peut-être ceux qui se trouvent également dans

(*) On a cependant trouvé un peu de sulfure d'étain dans les gîtes d'étain boliviens.

les roches consolidées de la surface et les terrains sédimentaires, fer, manganèse, calcium, magnésium (*), baryum et strontium; les fumerolles, à ce moment, paraissent surtout avoir eu pour effet d'amener des carbures divers vers la surface. Mais, dans cette phase, une réaction, qui a dû également jouer un rôle dans les phases précédentes, semble avoir pris une importance prépondérante : c'est l'action des eaux thermales filoniennes, chargées d'un acide, qui était, dans ce cas, l'acide carbonique, sur les roches et terrains traversés par leur circuit.

Dans les fumerolles chaudes, fluorées et même sulfurées, nous ne pensons pas que cette action ait eu grande importance, précisément parce que le trajet du point d'émanation au point de dépôt a dû être très court, comme le montre l'étude des gisements et, comme l'indique, *a priori*, la nécessité que la température et l'abondance des dissolvants volatils aient pu se conserver dans la dissolution filonienne. Au contraire, les eaux, chargées d'acide carbonique, ont pu séjourner et circuler longuement dans les terrains, ainsi qu'elles le font encore dans tant de bassins de sources thermales; et un déplacement purement superficiel, une remise en mouvement, comparable à celle que M. von Groddeck en Allemagne ou M. Dieulafait en France ont voulu étendre à tous les gîtes métallifères, a pu, dans ce cas particulier, produire des dépôts restreints et assez superficiels de chaux, de baryte, de strontiane, de fer ou de manganèse, à l'état de carbonates ou d'oxydes : c'est un point sur lequel nous aurons à revenir.

(*) La présence de sidérose, calcite et dolomie à de grandes profondeurs dans les filons (Przibram, Freiberg). peut, à la rigueur, s'expliquer ainsi.

DEUXIÈME PARTIE.

Rôle des phénomènes d'altération superficielle et de remise en mouvement dans la formation des gîtes métallifères.

Les phénomènes dont il va être question ici ont, comme nous l'annoncions dès le début, une importance souvent très considérable et, dans bien des gisements d'une grande valeur industrielle, ce sont eux qui ont donné son allure actuelle à toute la partie utilisée. Il est d'autant plus essentiel d'en bien définir le caractère que, très souvent, prenant la partie pour le tout, et le corollaire pour le théorème, on a attribué, à tout l'ensemble d'un gîte profond, les conclusions d'âge, de nature et de mode de formation applicables seulement à ces remaniements superficiels (*). Même au point de vue des prévisions pratiques sur l'avenir d'un gîte, une semblable faute de raisonnement a pu conduire à de graves erreurs.

Nous examinerons bientôt un certain nombre de métaux successivement, de manière à préciser les idées; mais, auparavant, il nous paraît nécessaire d'envisager d'abord, d'une façon plus générale, les phénomènes sur lesquels nous voulons appeler l'attention, en les considérant dans leur principe, leurs agents, leur mode d'action et leurs effets.

Compris dans leur sens le plus strict, les phénomènes d'altération superficielle et de remise en mouvement sont ceux qui se produisent *actuellement* dans la zone de libre circulation des eaux, séparée de la zone des eaux per-

(*) Cela a conduit à considérer, comme d'âge presque contemporain, tels gîtes de fer, de plomb ou de zinc, en réalité beaucoup plus anciens.

manentes, par ce qu'on appelle le *niveau hydrostatique*, sous l'action de l'oxygène, de l'acide carbonique et des divers agents chimiques apportés par ces eaux au contact des minerais.

Ce sont donc des phénomènes en rapport avec une période d'émersion et de dénudation continentale, et l'on peut, tout au moins en théorie, envisager la possibilité que des réactions semblables aient eu lieu pendant d'autres périodes d'émersion, antérieures aux derniers mouvements qui ont donné au sol son allure actuelle et que, par une circonstance assez exceptionnelle (notamment par un mouvement du sol), le niveau hydrostatique s'étant relevé localement et non abaissé, comme c'est sa tendance normale (*), ces produits d'altération, au lieu d'être emportés et détruits ensuite, se soient trouvés préservés, conservés jusqu'à nous, dans une zone relativement profonde, désormais invariable. Les gîtes de cuivre du Lac Supérieur présentent, peut-être, un cas de ce genre.

Il y a également lieu de se demander, bien souvent, dans les filons, si des enrichissements locaux, qu'on a l'habitude de rencontrer aux points d'intersection de croiseurs, même postérieurs au remplissage et divers phénomènes du même genre ne tiennent pas à une remise en mouvement, à une concentration de minerais, une première fois déposés : remise en mouvement produite, dans la circulation d'eaux chaudes, qui pouvaient ne pas même être minéralisées, à la suite d'une réouverture. Nous croyons que bien des particularités des gisements peuvent s'interpréter ainsi,

(*) L'érosion des parties saillantes a pour effet ordinaire d'abaisser le niveau hydrostatique. Un relèvement local de ce niveau hydrostatique, qui n'a guère pu se produire que dans un phénomène dynamique, comme un plissement ou un surélévement restreint du sol, a dû avoir pour effet de noyer, dans un bain d'eau immobile et désormais incapable de produire sur le gîte aucune modification, une partie des minerais antérieurement soumise à la circulation des eaux oxydantes et altérée par elles.

surtout si l'on fait intervenir l'acide carbonique, qui a pu être très abondant dans les dernières venues hydrothermales d'un champ filonien et qui a dû influencer, par suite, sur le dépôt des carbonates.

La remise en mouvement des éléments métallifères a toujours eu lieu par l'intervention de l'eau, et son principe est une dissolution, qui peut se produire par simple contact et sans altération chimique pour des minéraux solubles, comme les chlorures, nitrates et borates alcalins, mais qui, plus généralement, est précédée par une modification du minerai filonien, sous l'action des réactifs apportés par l'eau superficielle.

De ces réactifs, le premier et le plus important est l'oxygène, qui fera passer les sulfures insolubles à l'état de sulfates solubles. Dans son ensemble, l'altération superficielle est caractérisée par une oxydation, d'autant mieux marquée que les gites métallifères profonds semblent, en principe, avoir été déposés dans un milieu réducteur : en sorte que la partie altérée forme un contraste frappant avec la partie profonde.

Après l'oxygène, vient l'acide carbonique, — emprunté, soit à l'air, soit aux calcaires, mis en contact avec un acide plus énergique, tel que l'acide sulfurique, — qui transforme les carbonates, pour la plupart insolubles, en bicarbonates solubles. Parmi les métaux, pour lesquels son influence a été le mieux marquée, on peut citer le calcium (carbonate et phosphate de chaux), le baryum, le strontium, le magnésium, le fer, le manganèse, le nickel, le cuivre, le zinc et le plomb.

Puis on constate également l'intervention dissolvante des nitrates, chlorures, fluorures, etc.

Les nitrates, par exemple, ont, dans les couches superficielles, un rôle bien connu, et les travaux, qu'a motivés leur influence en agriculture, ont montré que leur azote devait être emprunté à l'air par l'intervention de certains

microbes, pour passer ensuite dans le cycle continu de la vie.

La présence presque constante du chlore et du fluor dans les terrains est prouvée également, non seulement par des analyses directes, mais encore par divers phénomènes, tels que la fossilisation des os, toujours accompagnée, d'après les beaux travaux de M. Carnot, par une fluatation, rapprochant peu à peu le phosphate des os de celui des apatites (*). M. Munier-Chalmas a, d'ailleurs, étudié, dans les terrains sédimentaires du bassin parisien, de la fluorine de formation récente.

D'une façon générale, on peut dire que les eaux superficielles contiennent, presque constamment, les éléments nécessaires à la dissolution des substances les plus insolubles en apparence (l'or, par exemple, qui a subi des recristallisations dans les parties hautes des filons).

Une fois les métaux entrés ainsi en dissolution et doués, par suite, d'une mobilité qu'ils n'avaient pas à l'état solide, ils subissent un transport plus ou moins long, sont l'objet d'une concentration plus ou moins marquée (notamment, dans certains cas, sous l'influence de ces agents puissants, bien qu'assez mal définis dans leur principe, qui sont les

(*) M. Carnot a montré (Mémoire sur les phosphates, *Annales des Mines*, 1896, p. 43) que 1 mètre cube d'eau de l'Océan Atlantique renferme 0^{re},822 de fluor, ou 1^{re},687 de fluorure de calcium. Il a également appelé l'attention sur ce fait remarquable que, tandis que les apatites sont, à la fois, chlorurées et fluorées, les phosphates sédimentaires (comme les os fossiles), bien que formés en présence des chlorures de la mer, sont toujours exclusivement fluorés.

On constate directement la présence du chlorure de sodium à l'état d'inclusions dans certains minéraux (quartz, etc...).

La concentration du phosphore et de l'arsenic disséminés semble se produire dans des conditions assez analogues à celles que l'on a étudiées pour le fluor, et c'est ainsi que, dans les parties hautes de certains gîtes de galène, on est surpris de voir apparaître des chlorophosphates ou chloroarséniates, la pyromorphite et la mimétèse, quand la présence du phosphore et de l'arsenic dans le filon est, tout au moins, masquée en profondeur.

organismes vivants, ou les matières à cellules organisées)(*), se séparent ainsi les uns des autres par une véritable métallurgie naturelle et finissent par se reprécipiter isolément, sous des forces diverses, contact d'une paroi, évaporation, diminution de température ou de pression, dégagement de l'excès d'acide carbonique, etc., tantôt à l'état peroxydé, tantôt, au contraire, à l'état réduit, quand des matières organiques ou des hydrocarbures sont intervenus.

A moins de circonstances exceptionnelles et, par exemple, de réactions successives se détruisant l'une l'autre, l'effet de ces déplacements a été généralement de tendre à séparer les métaux, d'abord confondus, en produisant, pour chacun d'eux, le composé le plus insoluble et, en même temps, suivant une remarque de M. Dieulaufait (**), la combinaison la plus stable, c'est-à-dire, d'après les lois de la thermochimie, celle qui, en naissant, développe le plus de calories : par exemple Fe^2O^3 pour le fer, MnO^2 pour le manganèse, ZnOCO^2 pour le zinc, etc... Mais cela suppose implicitement que l'oxygène et l'acide carbonique aient pu agir en excès et, d'autre part, qu'il ne soit pas intervenu d'action réductrice étrangère, ou d'influence calorifique, telle que celle développée dans le dynamo-métamorphisme. En cas contraire, les sels résultant de l'altération ont pu être tout différents, et les gisements peuvent présenter les métaux sous des formes, en quelque sorte intermédiaires et provisoires, telles que les protocarbonates de fer, de manganèse, etc.

La solubilité des sels produits a pu également intervenir (et cela d'une façon diverse suivant chaque métal),

(*) Nous laisserons ici de côté l'influence de la vie, qui a participé puissamment aux concentrations produites par certaines remises en mouvement, surtout dans les dépôts sédimentaires (chaux, silice, oxyde de fer, sulfure, etc.), mais quelquefois aussi dans les terrains superficiels eux-mêmes (rôle des microorganismes dans la nitrification ou la phosphatisation, etc.).

(**) *C. R.*, 1885, t. CI, pp. 609, 644, 676 et 842.

pour les emporter à distance (quelquefois dans la profondeur même du gisement), avant que les réactions complètes n'aient été achevées sur eux dans le gisement même, et c'est ainsi qu'un appauvrissement en fer, et surtout en cuivre, est parfois très marqué dans les parties hautes des gîtes sulfurés.

Pour un métal déterminé, il s'est produit ainsi des modifications dans la nature des minerais, telles que le passage de la chalcoppyrite au cuivre gris ou à la chalcosine, de la galène argentifère au sulfure d'argent; certaines cristallisations géodiques dans l'axe des filons anciens, qu'on attribuait jadis à une dernière phase de la venue hydrothermale profonde, peuvent également résulter d'une modification postérieure de ce genre.

Un fait absolument essentiel dans l'ordre d'études que nous abordons, c'est le rôle chimique des terrains encaissants sur ces réactions superficielles produites dans les filons en milieu oxydant. L'allure et l'intensité des phénomènes ont été, comme nous le verrons, toutes différentes, suivant que le terrain encaissant fournissait, ou non, un agent chimique capable de les activer, et leur paroxysme a toujours été atteint dans les calcaires, où leur extension même a très souvent fait qu'on ne les a pas compris et qu'on les a rapportés à de tout autres causes.

En résumé, les principales formes de dépôt réalisées par ces altérations ont été les suivantes, en laissant de côté les sels solubles, chlorures, nitrates, sulfates et borates alcalins, qui sont allés se concentrer dans certains bassins d'évaporation fermés :

Quelquefois, il s'est produit des veinules, des enduits, des précipitations de formes diverses, comme pour le carbonate de chaux et, à un degré moindre, pour la magnésie, la baryte et la strontiane, avec tendance, pour chaque métal, à atteindre la forme carbonatée si le soufre fait défaut, sulfatée si ce métalloïde se présente.

Quand il s'agit de phosphate de chaux, de barytine, de sesquioxyde de fer, de bioxyde de manganèse, de silicate de nickel, d'oxyde noir de cobalt, de carbonate ou d'oxyde de cuivre, on a un autre type de gisements extrêmement important, sur lequel nous allons revenir bientôt : celui des poches superficielles, résultant de la dissolution de la roche encaissante (généralement un calcaire, parfois une roche magnésienne, comme une péridotite ou une serpentine) par l'eau chargée d'acide carbonique et remplies par l'argile rouge, résidu de sa dissolution, avec veinules, rognons, nodules, ou lits des divers éléments métallifères concentrés.

Enfin, pour le fer, le zinc et le plomb, on a le type des grands amas carbonatés (type calaminaire), passant : pour le fer, au peroxyde ; pour le plomb, au sulfate, avec remplissage local de grottes, produites pendant l'altération même et donnant lieu à quelques-unes des exploitations les plus considérables, parmi celles qui alimentent l'industrie de ces métaux.

Nous allons insister un peu sur ces deux types des poches superficielles et des amas.

En ce qui concerne les poches superficielles, il suffit d'avoir observé une tranchée dans la craie du bassin parisien, pour avoir constaté l'allure de ces poches de décalcification, produites par l'infiltration des eaux météoriques. Les grottes et les abîmes des plateaux calcaires nous fournissent d'autres exemples, encore plus développés, de cavités produites par un phénomène analogue, et leur étude, entreprise avec tant d'énergie et de persévérance par notre ami M. Martel, est, pour l'interprétation de nombreux gisements de ce genre, ou, comme nous le verrons en détail, des formations du type calaminaire, du plus haut intérêt ; dans ces deux cas, il se dépose, comme résidu de la dissolution, au fond des excavations, une argile rouge ferrugineuse. Quant aux sels métalliques, tantôt ils se sont

déposés, par couches concrétionnées, sur les faces d'un vide préexistant, comme les stalagmites dans une grotte, ou comme les minerais dans un filon; tantôt, au contraire, ils ont pénétré dans la masse même du calcaire, en profitant de toutes ses fissures, par un phénomène de substitution, que nous allons bientôt voir poussé à l'extrême dans la constitution des gites calaminaires.

C'est au milieu de ces argiles, dans des poches semblables, qu'on exploite les phosphates et les manganèses du Nassau, les phosphorites du Quercy, les fers en grains sidérolithiques du Berry, de Meurthe-et-Moselle, etc., les malachites et cuprites de Mednoroudiansk, dans l'Oural, etc., et l'altération de roches magnésiennes a, par un phénomène analogue, produit les gites de garniérîte, asbolite et fer chromé de la Nouvelle-Calédonie.

Dans tous ces cas, le mode de concentration des substances utiles est très net; mais leur origine première peut être plus discutable.

Si nous commençons, par exemple, par le cas le plus typique, il est à peu près évident que, dans le cas du nickel de la Nouvelle-Calédonie ou du cuivre de l'Oural, on a affaire à la remise en mouvement d'éléments métallifères, empruntés à la roche encaissante, dans laquelle ils pouvaient former, ici un gîte d'inclusions, là un gîte filonien.

On est un peu plus embarrassé quand il s'agit d'autres substances, telles que le phosphore, le fer, la baryte et le manganèse, et l'on a quelquefois soutenu, alors, que les poches en question avaient été directement produites par une venue hydrothermale, dont elles auraient représenté l'émergence, le griffon. Dans la plupart des cas, sinon dans tous, nous ne voyons là, au contraire, que le produit d'une semblable remise en mouvement de corps empruntés aux roches ou aux terrains.

C'est, en effet, un fait des plus clairs que la facilité avec laquelle des traces de ces divers éléments, éparses dans

un terrain, peuvent se concentrer localement. Chacun de ces métaux est aisément soluble dans les eaux superficielles et, pour ne citer que les deux pour lesquels le fait est le moins connu, on a des exemples nombreux de barytine pseudomorphosant des fossiles, et l'on connaît, à Belmès, du phosphate de chaux, substitué molécule par molécule à du calcaire carbonifère, où apparaissent encore les traces des encrines. Facilitée, en outre, dans certains cas, par les matières organiques, qui attirent nombre d'éléments chimiques en dissolution : phosphate de chaux, silice, pyrite de fer, etc., et les accumulent sur les organismes disséminés dans un terrain (*), la concentration de métaux, d'abord très dilués, a pu arriver souvent à former de véritables gisements. Mais elle a été, nécessairement, d'autant plus marquée que le corps en question était déjà plus fréquent dans le terrain sous-jacent, et elle a atteint son maximum, quand il en existait déjà un véritable gisement, filonien ou sédimentaire, en profondeur. .

Ainsi, pour le phosphate, on n'utilise, bien souvent, que la concentration superficielle, plus ou moins récente, d'un gîte pauvre ancien (**): par exemple, les affleurements

(*) M. Carnot, dans son beau mémoire sur les phosphates (*Annales des Mines*, août 1896, p. 40) a remarqué que les fossiles s'étaient souvent phosphatisés en raison inverse de la largeur des pores, par une substitution où semblent être intervenues des actions d'endosmose.

(**) Je laisse ici de côté les décompositions de matières organiques accumulées, qui paraissent avoir produit directement certains gîtes phosphatés en Floride, en Caroline; c'est pourtant là encore un exemple de remise en mouvement par les eaux.

Beaucoup des grandes accumulations phosphatées se sont produites, après une période d'émersion, sous forme de dépôts, soit continentaux, soit littoraux à la façon de l'oxyde de fer, et la concentration du phosphate peut tenir, dans ce cas, tantôt à des accumulations organiques, comme celles auxquelles on attribue, pour une époque récente, les phosphates de la grotte de la Minerve, ceux de la Floride, de la Caroline, etc.; tantôt à la redissolution d'éléments phosphatés, d'abord disséminés dans les terrains émergés et soumis ainsi, pendant de longues

décomposés de tant de couches phosphatifères, dans l'Auxois (*), etc. ; les poches de sables phosphatés de la Somme (**); les poches à phosphates du Nassau (***), et il est très probable que les élargissements phosphatés que l'on a exploités à Cacérès dans les calcaires (****), ou les remplissages de phosphorite du Quercy (*****), ne sont, de même, que la concentration superficielle d'un gîte antérieur, dont la forme primitive, filon hydrothermal ou simple diffusion à l'état organique dans les terrains, peut être discutable pour chaque cas.

Le cas est le même pour les poches de fer en grains, situées dans des régions comme Meurthe-et-Moselle (*****) ou l'Anjou (*****), qui renferment d'importants dépôts de fer en profondeur, pour les gisements d'oxyde de fer exploités aux affleurements de certaines couches à sul-

périodes, aux actions météoriques. Sans insister ici sur ce point, nous citerons seulement, comme exemple de phosphates déposés en basses eaux, lors d'une régression marine, le wealdien anglais, avec ses couches d'eau douce, au-dessus desquelles les premières formations sableuses ou argileuses littorales renferment : les phosphates de Sandy, dans le Bedfordshire ; plus haut, ceux de Folkestone (équivalent de Boulogne) ; puis, dans le gault, ceux d'Ely (Cambridge). Le niveau des sables verts est riche en phosphates dans les Ardennes, l'Argonne, la Drôme, l'Ardèche. A Pernes et Fauquemberghes, dans le Nord, le tourtia, sorte de conglomérat superposé au terrain primaire et formant la base du crétacé, est souvent riche en phosphate. La craie phosphatée sénonienne paraît également s'être déposée dans des eaux très peu profondes et les phosphates de Tunisie et d'Algérie ont dû se former sur des côtes basses ou dans des lagunes. Le phosphore est un des éléments les plus abondants dans toutes les roches et dont la concentration purement superficielle est, par suite, la plus admissible.

(*) *Gîtes métall.*, I, p. 367.

(**) *Ibid.*, p. 391.

(***) *Ibid.*, p. 361.

(****) *Ibid.*, p. 347. Il paraît que, dans l'Estramadure, il s'agit bien réellement de filons d'apatite et de quartz, comparables à ceux d'Oddegaarden en Norwège, et dont la phosphorite a bien la teneur en fluor des apatites.

(*****) *Ibid.*, p. 348. Ces phosphorites ont été, en toute hypothèse, déposées par des dissolutions de phosphate, chargées d'acide carbonique.

(******) *Ibid.*, p. 805.

(******) *Ibid.*, p. 733.

fures complexes comme en Silésie (*), pour ces grands chapeaux d'oxyde de fer, qui recouvrent en débordant, au-dessus les amas pyriteux, etc.

Quand ce fer, en profondeur, renferme du manganèse, la proportion de manganèse peut, par la différence de solubilité des deux sels, s'accroître, dans cette altération, jusqu'à en constituer un véritable gisement. Ces gisements de bioxyde de manganèse, purement superficiels, sont des plus fréquents. Et, dans les mêmes conditions, il se concentre également de la baryte (**).

Chacun connaît, d'ailleurs, ces petits grains noirs manganésifères, qu'on voit au milieu des limons superficiels, ces veines ferrugineuses, qui se produisent constamment dans les fissures des roches, etc...

Quant au type des amas calaminaires, il est bien connu pour le zinc, quoiqu'on l'ait généralement interprété autrement que nous ne le faisons; il l'est moins pour le fer, pour le manganèse (***) et surtout pour le plomb. Cela tient à ce que, pour le zinc, le carbonate est la forme stable, qui a toujours une tendance à se produire et à subsister; le zinc ne peut se transformer en peroxyde, comme le font en général le fer et le manganèse, quand ils ont commencé par prendre provisoirement la forme carbonatée; quant au plomb, très insoluble à l'état de sulfate ou de carbonate, il passe, bien plus rarement que les métaux précédents, à un état oxydé et reste, au contraire, même dans les gites altérés, en sulfure.

Il n'en est pas moins vrai que, pour le fer, le manga-

(*) *Gîtes métal.*, t. I, p. 769.

(**) M. DISULAFIT (*C. R.*, t. CI, p. 324, 1885) a étudié, dans le calcaire de Biot, Roquefort et Villeneuve (Alpes-Maritimes), des dépôts de sables tertiaires, à la base desquels se sont concentrés du manganèse et de la baryte, qui, d'après ses analyses, avaient commencé par être disséminés sur toute la hauteur du terrain et y avaient été, suivant lui, apportés par la simple destruction des roches cristallines.

(***) Nous reparlerons des amas de las Cabesses, dans l'Ariège.

nèse et le plomb, la forme de grands amas carbonatés existe, absolument comme pour le zinc, et nous la considérons également comme résultant de l'altération superficielle de gîtes sulfurés (ou silicatés) (*), encaissés dans des calcaires, et de la substitution du carbonate métallique au carbonate de chaux, substitution qui paraît, pour le zinc, avoir été facilitée quand ce calcaire était magnésien.

Il y a là un point sur lequel nous devons insister : car nous ne nous dissimulons pas que nous heurtons ici les idées généralement admises.

Pour nous, les grands amas carbonatés ne sont pas le produit d'un dépôt direct et originel à l'état de carbonate, mais le résultat d'une remise en mouvement d'éléments, d'abord arrivés de la profondeur, sous une forme généralement sulfurée, exceptionnellement peut-être chlorurée. Cette transformation carbonatée est, par suite, — au moins si on la considère en grand — localisée dans les terrains calcaires et restreinte au-dessus du niveau hydrostatique de la région.

Sans vouloir nier la possibilité et même la probabilité que du carbonate de fer ou de manganèse ait pu être directement apporté par des eaux floniennes (ce qui nous paraît, au contraire, presque certainement inexact pour les carbonates de plomb, et même de zinc), et en laissant de côté, bien entendu, les dépôts de carbonate de fer lithoïde, qui ont pu se faire par voie sédimentaire dans certains bassins où dominaient les éléments réducteurs (par exemple, à l'époque houillère), ou ceux d'oxyde de fer, qui ont eu lieu, au contraire, dans des conditions littorales, nous croyons que, dans l'immense majorité des cas, le fer, apporté par voie flonienne hydrothermale, a commencé par se déposer à l'état de sulfure (**) et que,

(*) Silicatés dans le cas du manganèse.

(**) On doit également citer pour mémoire le cas de chlorure de fer constaté dans les fumerolles volcaniques.

si nous le trouvons à l'état de carbonate ou d'oxyde dans ces filons ou amas filoniens, c'est par une altération superficielle, plus ou moins avancée suivant les cas.

Ce n'est pas pour une autre raison, à notre avis, que l'on voit toujours les grands amas de carbonate de fer exclusivement encaissés dans les calcaires, tandis que les grands amas pyriteux, au contraire, existent seulement dans les schistes, et c'est également la cause pour laquelle, dans des filons altérés, la sidérose accompagnera fréquemment d'autres minerais, dus aussi au métamorphisme, comme le cuivre gris.

Dans notre hypothèse — et c'est un point sur lequel nous reviendrons bientôt — les grands amas de fer carbonaté, plus ou moins transformés eux-mêmes en oxyde, ne sont, comme ceux de zinc ou de plomb carbonaté, que des affleurements de filons sulfurés complexes, auxquels on arriverait si l'on s'enfonçait suffisamment.

C'est peut-être même par un phénomène analogue, mais très ancien et ayant été alors suivi d'un métamorphisme qui a fait passer entièrement le carbonate en oligiste ou magnétite, que l'on trouve, comme à Mokta-el-Hadid, des amas de ces oxydes, localement substitués à des calcaires.

TROISIÈME PARTIE.

Application des idées précédentes à quelques métaux.

Laissant maintenant de côté ces idées générales, nous allons les préciser par l'examen de quelques cas particuliers : ce que nous ferons en étudiant successivement divers métaux. Nous ne les prendrons pas tous : outre que cela nous entraînerait bien au-delà des limites de ce

mémoire, nous nous trouverions arrêté par nombre de cas douteux et d'une interprétation encore mal élucidée; même dans les exemples que nous citerons, nous serons obligé souvent de dire nos incertitudes; mais les exemples bien clairs seront néanmoins assez nombreux pour appuyer les conclusions que nous voulons en déduire, et les autres serviront peut-être à attirer l'attention des observateurs sur quelques problèmes intéressants à résoudre.

Métaux alcalins. — Si nous commençons par les métaux alcalins, potassium, sodium et lithium, leur gisement primitif est, nous n'avons pas besoin de le dire, dans les roches cristallines, dont la principale, le granite, en renferme de 8 à 9 p. 100. Ces alcalis s'y trouvent dans les feldspaths et dans les micas. Le feldspath essentiel des granites, l'orthose, est un feldspath potassique, contenant, à l'état pur, 16,9 p. 100 de potassium, mais souvent mélangé de feldspaths sodiques, ou même calcaires; avec l'albite et les plagioclases domine, au contraire, la soude.

Dans les biotites, il entre de 6 à 8 p. 100 de potasse et de 0,2 à 1,40 de soude; dans la muscovite, jusqu'à 11,8 p. 100 de potasse, avec 0 à 2,50 de soude, dans la lépidolithe, 10,9 p. 100 de potasse et 4,2 p. 100 de lithine.

Ces alcalis sont très aisément solubles en présence des divers acides que renferme, un peu partout, une eau de surface, notamment l'acide carbonique emprunté à l'air, les acides chlorhydrique, nitrique ou sulfurique; et la lente corrosion superficielle de tous les massifs cristallins, aussi bien que la destruction de ces roches au fond de tous les anciens bassins sédimentaires, a dû avoir pour effet d'en concentrer des quantités considérables dans toutes les eaux courantes, qui les apportent elles-mêmes aux mers et aux lacs. La dissolution opérée sur un feldspath ayant toujours pour effet de forcer notablement, dans la liqueur, la pro-

portion de la soude par rapport à la potasse, on s'explique aisément comment ces eaux sont, avant tout, sodiques.

Nous croyons, d'ailleurs, que la salure des mers doit, en dehors de cette cause enrichissante, tenir à un phénomène géologique ancien, du même ordre interne que celui qui a rassemblé ces alcalis dans l'écorce et datant peut-être de la première consolidation du globe.

A leur tour, ces mers, en s'évaporant à diverses époques géologiques, ont laissé, dans les terrains sédimentaires, d'énormes amas alcalins, dont l'un, celui de l'Allemagne du Nord, n'a pas été traversé sur moins de 1.700 mètres d'épaisseur par le sondage de Sperenberg et la dissolution très facile, en même temps que l'abondance de ces sels, expliquent assez comment les alcalis sont, de tous les côtés, sur l'écorce, à l'état de circulation et de remise en mouvement constantes, si bien qu'il devient souvent impossible de dire à quel stade ils en sont de leur évolution.

On connaît les dépôts d'évaporation, soit anciens, soit récents, où la soude et, plus rarement, la potasse, se trouvent à l'état de chlorures, de nitrates, de sulfates, de carbonates, ou de borates.

Dans les gîtes filoniens proprement dits, les alcalis ne semblent pas s'être déposés au moment de la formation du filon : ce qui ne veut pas dire qu'ils n'aient pas été en grande abondance (comme nous le supposons, au contraire), à l'état de carbonates ou de sulfures, dans la circulation hydrothermale qui a incrusté ces filons, mais ce qui s'explique par leur solubilité même, celle-ci n'ayant pas permis le dépôt.

Quand on en trouve, c'est par un emprunt plus ou moins direct aux roches cristallines avoisinantes : notamment à l'état d'albite, ou de zéolites, et, ce nous semble, toujours comme un minéral de formation récente.

L'albite se présente dans les filons de galène de

Pesey (Haute-Savoie), ceux de blende d'Anglas (Eaux-Bonnes), etc. (*).

Les zéolites, sortes de feldspaths hydratés à base d'aluminium, calcium, potassium ou sodium, plus rarement de baryum ou de strontium, sont toujours des produits secondaires d'altération aqueuse, associés avec d'autres produits secondaires, tels que la calcite, l'opale, l'épidote, la chlorite, et présentent l'un des exemples les plus nets de ces remises en mouvement que nous étudions en ce moment, appliquées aux alcalis des roches.

Dans les filons métallifères, qui constituent un des gisements connus de ces minéraux, de même que dans les vacuoles de roches basiques, c'est généralement une modification récente et limitée au niveau hydrostatique. qui a donné ces minéraux, parfois associés avec des métaux natifs, résultant eux-mêmes très probablement d'une réduction superficielle; tout au moins, ces zéolites paraissent-elles avoir été toujours formées aux dépens des roches encaissantes, bien qu'évidemment un apport hydrothermal et filonien pût logiquement s'être produit.

La laumonite a été découverte aux affleurements des filons de plomb de Huelgoat; l'harmotome est connue à Saint-Andreasberg, dans le Harz, et à Kongsberg en Norvège; d'autres zéolites ont été également trouvées à Saint-Andreasberg, etc.

Dans un gisement connu de zéolites, les mines de cuivre du Lac Supérieur, nous croyons trouver la trace d'une remise en mouvement très accentuée, qui, il est vrai, descend fort au-dessous du niveau hydrostatique correspondant aujourd'hui à l'élévation des eaux du grand lac voisin, mais qui peut, à une époque relativement récente, avoir été en relation avec un niveau alors différent de ces eaux.

(*) LACROIX, *Minéralogie de la France*, t. II, p. 157.

Il semble bien, en effet, dans ce cas du Lac Supérieur, que la forme primitive du gîte ait été un grès ou un conglomérat cuprifère d'âge précambrien, analogue aux couches semblables qu'on connaît dans le permien de Perm ou de Corocoro et comparable également, par divers caractères, au conglomérat aurifère du Witwatersrand. Mais l'allure actuelle d'une grande partie de ces gisements, où l'on trouve les zéolites et la calcite, avec du cuivre et de l'argent natifs, est une allure d'altération : les métaux sont en relation avec des épidotites, des produits de pseudomorphose divers, sans compter les zéolites (laumonite, analcime, prehnite, etc.), et l'on a pu même soutenir que la précipitation du cuivre à l'état natif avait été produite par une sorte de cémentation, sous l'action des grains de fer oxydé disséminés dans les diabases.

On a retrouvé les zéolites, associées au cuivre natif, dans des conditions très analogues, à Sumbö et à Naalsö, au sud des Féroé, et, là aussi, il a été bien démontré que le cuivre avait pris, par un phénomène de métamorphisme secondaire, la place de minéraux préexistants, notamment de feldspath.

A Kongsberg également, M. Daubrée a signalé la présence de zéolites, qui peuvent n'être pas sans relation avec la présence persistante en profondeur de l'argent natif, minéral généralement secondaire et superficiel ; dans les parties hautes de nombre de gisements argentifères, en même temps que l'argent natif apparaissait par altération, on a rencontré également des zéolites : harmotome au Sarraabus, en Sardaigne, etc.

Calcium, baryum, strontium. — Les minéraux du groupe, chaux, baryte, strontiane, sont parmi ceux qui forment, le plus fréquemment, la gangue des filons métallifères, et ils ont dû y arriver parfois dans les mêmes conditions que les métaux auxquels ils sont associés, apportés directe-

ment de la profondeur par les fumerolles (*) ; il semble bien pourtant qu'une grande partie de ces substances ait été empruntée par les eaux thermales, dans leur trajet souterrain, aux roches cristallines, qui en contiennent toujours une quantité notable (**), et, comme ces éléments se retrouvent un peu partout dans les terrains sédimentaires, il est même possible qu'ils aient été parfois simplement introduits, dans les parties superficielles des filons, par les remises en mouvement récentes.

Ce dernier ordre de réactions, qui nous intéresse particulièrement, est, en tous cas, parfaitement certain et admis de tous pour la calcite, dont la recristallisation en veinules dans les terrains disloqués, en stalactites ou stalagmites dans les grottes, etc..., est constante, et que nous pouvons, par suite, laisser de côté. Il paraît également bien net pour les rognons, ou veinules, de carbonate de strontiane, qu'on observe dans divers terrains (marnes de Meudon, etc...), pour la célestine, qui s'est concentrée avec le gypse de Sicile et même pour les imprégnations de barytine, qu'on a signalées dans des fossiles de divers niveaux : plantes du grès bigarré à Soultz-les-Bains, en Alsace ; fossiles jurassiques à Alençon, Nancy, Nontron (Dordogne), Whitby (Angleterre), plantes des grès tertiaires de Kreuznach.

C'est, peut-être, par une intervention superficielle de ce genre, qu'il faut expliquer la disparition, assez fréquemment constatée dans les filons, de la barytine en profondeur et son remplacement par du quartz (qui, dans

(*) Il serait intéressant d'accumuler les observations sur les variations de la nature des gangues filoniennes, soit avec la profondeur, soit avec la nature des roches traversées par les filons.

(**) M. Killing a calculé que 1 mètre cube du gneiss de la Forêt Noire, entièrement dissous, pourrait donner plus de 9 kilogrammes de barytine.

La teneur en chaux va en croissant, quand on passe des roches acides aux roches basiques, et atteint son maximum quand la magnésie domine. L'anorthite en contient jusqu'à 18,50 p. 100.

nombre de cas, tend également à se substituer à la calcite (*) ; bien des concentrations superficielles de barytine, d'oxyde de manganèse, ou d'oxyde de fer, dans lesquelles, par une altération connexe, s'est produit un enrichissement en argent, ne doivent pas avoir d'autre origine.

Nous citerons, à ce propos, le cas des filons d'argent du Sarrabus, en Sardaigne, filons où les réactions secondaires récentes avaient eu une influence manifeste dans les parties hautes et avaient déterminé la formation de minéraux argentifères proprement dits, argent natif, argent sulfuré et argent rouge, tandis qu'en profondeur on est tombé sur des sulfures complexes, avec gangue de fluorine blanche et de quartz. La barytine, qui accompagnait le quartz à la surface, a cessé assez vite.

Même fait s'est produit, au-dessous de 100 mètres, dans les filons de cuivre gris argentifères de Huanchaca, en Bolivie, qui nous semblent également devoir la nature spéciale de leur minerai et la persistance prolongée du cuivre gris et de la bournonite en profondeur, à leur situation dans un pays très accidenté, à plus de 5.000 mètres d'altitude : ce qui les met dans des conditions particulièrement favorables, au point de vue de la facile pénétration des eaux de surface jusqu'aux minerais.

A Aurouze, dans la Haute-Loire (**), des filons de galène étaient assez riches en barytine à la surface, pour qu'on ait exploité spécialement cette substance : ils sont devenus quartzeux en profondeur.

Signalons encore le cas intéressant des barytines argentifères de Milo (***). Ces gisements, très irréguliers, sur lesquels le Gouvernement Grec avait, un moment, fondé

(*) Au Sarrabus (Sardaigne), la calcite a disparu, comme la barytine, au-dessous du 12^e niveau (*Gîtes métallifères*, II, 773).

(**) *Gîtes métall.*, II, 515.

(***) *Ann. des Mines*, septembre 1894 (*Bulletin*).

des espérances fort exagérées, se composent de concentrations absolument superficielles d'une barytine, souvent riche en argent, dans des poches d'argile d'une douzaine de mètres de profondeur, au milieu de trachytes, ou de liparites, qui renferment des veines métallifères inexploitable. Parfois (cap Vani), des masses de manganèse oxydé sont associées avec la barytine, et l'on a ainsi un passage au type des manganèses argentifères, si abondants en certains pays, notamment dans le Montana (*), où l'oxyde noir de manganèse superficiel résulte évidemment de la décomposition d'un silicate rose, que l'on retrouve en profondeur.

Ce rapprochement entre la baryte et le manganèse est un de ceux que présentent le plus fréquemment les formations superficielles et, dans bien des cas, on peut constater que ces deux substances ont été concentrées, par la circulation des eaux, dans des poches, ou des fissures des terrains.

Mais, si nous sommes disposé à admettre une origine de ce genre pour certains filonnets barytiques, il serait probablement très exagéré d'interpréter de même, ainsi que l'ont fait quelques chimistes, tous les filons de barytine et d'attribuer à cette substance une origine exclusivement superficielle (**).

(*) *Gîtes métallifères*, II, 808. — Cf. *l'Argent* (chez Baillière), p. 59 et 90.

(**) C'est sur des filons de barytine cobaltifère, encaissés dans les granites et les gneiss de l'est de la Forêt Noire, qu'ont porté principalement les intéressants travaux de Sandberger (*Berg und Hüttenmännische Zeitung*, 2 novembre 1877, p. 377), sur lesquels il a basé sa théorie de la formation des filons par lessivage contemporain des roches. Les résultats n'en sont guère concluants. Le granite porphyroïde d'Achern, qui ne renferme pas de baryte dans ses éléments, présente cependant quelques filons de cette substance. Le granite non porphyroïde, plus riche en baryte, l'est, il est vrai, également plus en filons, qui, vers Schapbach et Wittichen, atteignent 1^m,50 de puissance, avec une forte proportion d'argent et de cobalt; mais (ce qui montre bien le peu de valeur théorique de ces analyses) sur deux granites analysés, l'un frais,

Dans la plupart des champs de fractures à remplissage complexe, en Saxe, en Bohême, dans le Harz, à Vialas (dans la Lozère), etc., on trouve, en effet, des gangues barytiques associées, jusqu'à des profondeurs où le remaniement superficiel ne peut réellement plus être mis en cause, avec des sulfures métalliques divers. Il reste seulement à se demander, dans certains de ces cas — et c'est ce qu'une étude très détaillée sur le terrain, faite dans cet ordre d'idées nouveau, pourrait seule éclaircir — si cette barytine, ainsi que la calcite et la dolomie des mêmes remplissages, n'aurait pas été empruntée, au moins en partie, par la circulation hydrothermale aux roches encaissantes et si l'on n'aurait pas affaire, plus d'une fois, à des remises en mouvement, produites, dans la réouverture d'un filon, par le passage des eaux chaudes, sur les substances antérieurement déposées.

l'autre altéré, il se trouve, par hasard, que le second renferme de la baryte, le premier pas. Enfin le gneiss légèrement barytique (0,81 p 100 dans l'orthose) contient des filons à Zell et à Schapbach, qui dépassent 10 mètres de puissance, filons avec barytine, galène, etc. La présence des filons, à la fois dans toutes ces roches diverses d'un même district, nous paraît, à elle seule, contrairement aux idées de Sandberger, une forte présomption que leur remplissage ne vient pas des roches, mais d'ailleurs.

D'autres filons de la Forêt Noire contiennent, avec la barytine, de la fluorine, dont il explique la présence par un lessivage des micas fluorés. Cette fluorine, parfois assez abondante pour être exploitée, a, suivant lui, subi l'action précipitante de matières organiques qui l'ont colorée. On sait, d'ailleurs, que la fluorine d'origine sédimentaire a été rencontrée plusieurs fois ailleurs, notamment dans le bassin de Paris, où elle a été évidemment produite par remise en mouvement. La barytine, à son avis, serait arrivée en dissolution de sulfate dans l'acide carbonique et non en sulfure.

Un des faits, sur lesquels Sandberger appuie le plus sa thèse, à savoir l'altération des roches au contact des filons, est absolument général et s'explique, très aisément, par la façon dont les plans de filons conduisent l'infiltration des eaux superficielles, infiltrations, qui, dans ce cas particulier, ont des chances pour se charger d'éléments acides. C'est renverser absolument les termes du problème que d'en conclure que l'altération a été la cause, et non la conséquence du filon. Il est, d'autre part, très naturel, en toute hypothèse, que les roches altérées soient appauvries en métaux solubles.

Il est à remarquer, en effet, que, dans la plupart de ces champs de filons, les venues barytiques que l'on a décrites, étaient, dans les idées anciennement admises, considérées comme postérieures aux venues sulfurées quartzueuses.

A Freiberg (*), les venues barytiques (*Schwerspath Formation*) sont accompagnées souvent d'hématite rouge et de cuivre gris, c'est-à-dire de minerais d'altération, et recourent constamment les filons sulfurés, par suite plus anciens. A l'intersection de ces croiseurs barytiques et des filons sulfurés, on paraît avoir la trace de remaniements récents, sous la forme de grands amas argentifères, qui ont présenté parfois une richesse énorme : amas d'argent rouge, argent sulfuré, argent natif et dolomie récente, se terminant souvent, en haut et en bas, par des masses de galène pauvre, reposant directement sur la barytine.

A Annaberg, une venue, essentiellement caractérisée par la barytine et la fluorine, avec des quartz rougeâtres, contenait des minéraux d'argent proprement dits, notamment de l'argent natif, qu'on est, très souvent, conduit à considérer comme le produit d'une sécrétion, avec du cuivre pyriteux, transformé en cuivre gris à la périphérie (**).

En Bohême, à Przibram (***), on a très bien observé que le remplissage sulfuré ancien avait été brisé par une réouverture, ayant donné passage à une venue barytique, puis calcaire, qui a souvent englobé des blocs aigus du remplissage antérieur, et qu'il s'est produit alors un remaniement par dissolution du premier dépôt de sulfure, avec formation d'une zone discontinue de galène secondaire, où l'argent s'est concentré, soit à l'état natif, soit à l'état d'antimoniosulfures complexes.

(*) *Gîtes métall.*, II, 591, 594 et 596

(**) *Ibid.*, II, 602.

(***) *Ibid.*, II, 574. La calcite paraît là avoir été souvent empruntée aux grünssteins, qui encaissent les filons.

A Mies, la barytine est associée avec de la cérusite et de la pyromorphite, c'est-à-dire avec des produits de remaniement incontestables de la galène.

Dans le Hartz, à Clausthal (*), une venue de barytine et calcite succède également, comme un fait relativement exceptionnel, à la venue des sulfures quartzeux.

A Vialas, en Lozère (**), l'on retrouve, de même, après les venues de sulfures et quartz assez pauvres en argent, des venues de barytine et de calcite, souvent caractérisées par un enrichissement en argent.

Il existe, par contre, dans les régions disloquées de massifs anciens, sur les bords du Plateau Central, dans le Bourbonnais, dans les Cévennes et, de même, dans les Vosges, la Forêt Noire, puis la Saxe et la Bohême, en un mot, sur la longueur de la chaîne hercynienne, un type de filons que l'on retrouve constamment, en veinules souvent fort étroites, au milieu des granites, gneiss, etc.

Ces filons, quand ils sont complets, renferment : quartz, barytine, célestine, fluorine et galène; mais la célestine y est rare, et la galène fait souvent défaut. Ils présentent souvent une relation plus ou moins directe avec les métallisations du même genre qu'on observe, au voisinage, dans certaines couches littorales du trias ou de l'infralias, particulièrement dans des dépôts de quartz carié. D'autres filons barytiques d'Auvergne recoupent jusqu'à l'oligocène.

Parfois, bien qu'on n'ait pas eu lieu de suivre en profondeur des veinules aussi minces et d'aussi faible valeur, on a la preuve indirecte qu'elles doivent se prolonger, comme lorsqu'à Bourbon-l'Archambault et à Nérès on voit sortir, de deux d'entre elles, des sources à 53°, qui doivent remonter, par suite, d'au moins 1.700 mètres. Les exemples sont, du reste, très nombreux de sources

(*) *Gîtes métal*, II, p. 581.

(**) *Ibid.*, II, p. 513.

thermales, suivant souterrainement des plans de fissure incrustés par des filons semblables; ainsi : à Plombières, filons de quartz et fluorine ; à Lamalou, de barytine.

Il semble bien, dans ces cas, que la barytine ait une allure véritablement filonienne, et, si l'on veut à toute force que son origine soit superficielle, tout au moins faut-il admettre qu'elle a passé par un circuit hydrothermal avant de venir incruster ces fissures (*).

Si nous revenons à la baryte ou à la strontiane d'origine superficielle, nous devons remarquer que les roches cristallines et, dans celles-ci, spécialement le feldspath, les micas, les pyroxènes, en renferment des traces sensibles, traces qui, par un phénomène intéressant à noter, se concentrent et deviennent beaucoup plus caractéristiques dans les produits d'altération, tels que les zéolites (brewstérite : $8,9 \text{ SrO} + 6,6 \text{ BaO}$; harmotome : $20,6 \text{ BaO}$; edingtonite : $26,84 \text{ BaO}$), montrant ainsi, dans un cas particulier, comment ces substances, d'abord disséminées, peuvent arriver, près de la surface, à s'accumuler en quelques points.

Les analyses en ont surtout constaté la présence dans l'orthose : ce qui, suivant une remarque de M. Lacroix, à l'obligeance duquel nous devons les éléments principaux du tableau suivant, doit tenir, sans doute, en partie, à ce que, dans l'orthose, qui n'aurait dû contenir que de la potasse, la baryte a attiré l'attention, tandis que, dans les plagioclases, on l'aura confondue avec la chaux. On a néanmoins signalé récemment une anorthite de baryte

(*) La strontiane, moins abondante que la baryte dans les gangues de filons, s'y rencontre pourtant. On sait que les roches éruptives basiques renferment souvent une assez forte proportion de strontiane. Nous manquons de renseignements assez précis sur les filons curieux de strontianite d'Ahlen, de Westphalie, pour dire s'il s'agit de véritables filons profonds, ou plutôt de concentrations dans des fissures superficielles.

(celsian), trouvée à Jacobsberg (Suède), dans un gisement de magnétite.

Voici, d'après des notes inédites de M. Lacroix, une série d'analyses d'orthoses, de micas et de pyroxènes, où l'on a reconnu la présence de baryte en proportions très sensibles; la strontiane est beaucoup plus rare: ce qui correspond avec sa présence également bien moins fréquente dans les filons.

TENEUR EN BARYTE ET STRONTIANE DE DIVERS MINÉRAUX DES ROCHES.

Baryte.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Baryte.....	0,14	0,17	0,21	0,22	0,28	0,32	0,41	0,42	0,48
	10	11	12	13	14	15	16	17	
Baryte.....	0,50	0,56	1,18	1,28	1,34	1,43	2,27	3,95	
Strontiane..							0,36		

1. Carlsbad. — RÖSSLER, cité par RAMMELSBERG, *Zeitschrift der deutschen geologischen Gesellschaft*, 1886, t. XVIII, p. 393.

2. Fibia, dans le St-Gotthard. — SCHWALBE-KENNGOTT, *Uebersicht der Resultate mineralogischer Forschungen in den Jahren*, 1861, p. 73.

3. Bodenmais. — THIELE, *Zeitschrift für Krystallographie*, t. XXIII, p. 295.

4. Schapbach, duché de Bade. — NESSLER-KENNGOTT, *Uebersicht der Resultate mineralogischer Forschungen in den Jahren*, 1862-1863, p. 181.

5. Bodenmais. — KLOSS, *Neues Jahrbuch für Mineralogie*, 1884, t. II, p. 182.

6. Mitterwasser, près Wegscheid. — GÜMBEL, *Geognostische Beschreibung des ostbayerischen Grenzgebirges*. Gotha, 1888, p. 355.

7. Lac de Laach, près Coblenz. — VON RATH, *Poggendorf Annalen*, 1868, t. CXXXV, p. 562 (Sanidine).

8. Bodenmais. — GÜMBEL, *Geognostische Beschreibung des ostbayerischen Grenzgebirges*, 1868, p. 237.

9. Carlsbad. — RAMMELSBERG, *Zeitschrift der deutschen geologischen Gesellschaft*, 1866, t. XVIII, p. 394.

10. Kirchberg. — GÜMBEL, *Geognostische Beschreibung des ostbayerischen Grenzgebirges*. Gotha, 1868, p. 291.

11. Drachenfels. — LEMBERG, *Zeitschrift der deutschen geologischen Gesellschaft*, 1883, t. XXXV, p. 603 (Sanidine dans le Trachyte).

172 CONTRIBUTION A L'ÉTUDE DES GÎTES MÉTALLIFÈRES

12. Portici. — KNOP, *Kaiserstuhl en Breisgau*. Leipzig, 1892, p. 95 (Sanidine).

13. Horberig près Oberbergen. — KNOP, *Kaiserstuhl en Breisgau*. Leipzig, 1892, p. 95 (Sanidine).

14. Wehr (Schwarzwald). — LEMBERG, *Zeitschrift der deutschen geologischen Gesellschaft*, 1883, t. XXXV, p. 603 (Sanidine).

15. Bischoffingen. — KNOP, *Kaiserstuhl en Breisgau*. Leipzig, 1892, p. 95 (Sanidine).

16. Meiches, dans le Vogelsberg. — KNOP, *Neues Jahrbuch für Mineralogie*, 1865, p. 687.

17. Blue Hill (Delaware C^o), Pensylvanie. — PENFIELD and SPERRY, *The American Journal of Science*, 1888, 3^e série, t. XXXVI, p. 327.

ORTHOSE DE BARYTE (*Hyalophane*).

	1	2
Baryte.....	15,05	7,30

1. Binnenthal (Schweizerland). — STOCKAN-ESCHEN-KENNGOTT, *Uebersicht der Resultate mineralogischer Forschungen in den Jahren 1856-1857*, p. 107.

2. Jakobsberg (Suède). — IGELSTROM, *Bulletin de la Société minéralogique de France*, t. VI, p. 139.

Pyroxène.

	1	2
Baryte.....	0,19	0,31
Strontiane ..		

1. Meiches, dans le Vogelsberg. — KNOP, *Neues Jahrbuch für Mineralogie*, 1865, p. 694 (augite).

2. Jagersfontein (Etat libre d'Orange). — COHEN, *Neues Jahrbuch für Mineralogie*, 1879, p. 867 (diopside).

Mica.

	1	2	3	4	5	6
Baryte.....	6,84	5,91	4,65	1,05	0,79	0,23
Strontiane..	0,47		0,09			

1. Schelingen, en Kaiserstuhl. — KNOP, *Zeitschrift für Krystallographie*, t. XII, p. 604 (biotite).
2. Pfitschthal, près Sterzing, en Tyrol. — RAMMELSBERG, *Zeitschrift der deutschen geologischen Gesellschaft*, 1862, t. XIV, p. 763 (muscovite).
3. Rothenkopf, en Zillerthal. — G. TSCHERNAK, *Zeitschrift für Krystallographie*, t. III, p. 150 (analyse de Oellacher) (muscovite).
4. Wermland (Suède). — LOELSTROM, cité par RAMMELSBERG, *Handbuch der Mineralchemie*, 2^e éd. Leipzig, 1875, p. 535.
5. Grindelwald. — FELLEBERG, *Neues Jahrbuch für Mineralogie*, 1867, p. 363 (muscovite).
6. Silberberg. — THIELE, *Zeitschrift für Krystallographie*, t. XXIII, p. 296 (biotite).

Le sulfate de baryte étant un sel remarquablement insoluble, c'est évidemment celui des composés du baryum qui a eu le plus de propension à se produire, et, toutes les fois que de la baryte a commencé par être empruntée à une roche à l'état de carbonate, elle a eu aussi une tendance, sous l'action de l'acide sulfurique produit par l'oxydation superficielle des sulfures métallifères, à passer à l'état de barytine.

Magnésie. — La magnésie joue, dans les roches basiques, un rôle tout particulièrement important et, plus encore que le fer, elle les caractérise. C'est ainsi que l'olivine en contient jusqu'à 50 p. 100, la serpentine 41 à 44, le grenat pyrope jusqu'à 22, l'augite jusqu'à 16. On en trouve des quantités très notables, dans les terrains sédimentaires, à l'état de dolomie (teneur théorique, 24,26 p. 100), et la mer en renferme une proportion assez sensible : 3,91 parties pour 1.000 de chlorure de magnésium, 1,69 de sulfate de magnésie et 0,07 de brome, contre 27 parties de chlorure de sodium : ce qui a permis à certains dépôts d'évaporation, tels que ceux de Stassfurt, d'en contenir de véritables gisements (carnallite, polyhalite, etc.).

Par contre, la magnésie n'offre, dans les filons métallifères, qu'une importance assez insignifiante et y est à peine

représentée par quelques gangues dolomitiques, jouant un rôle analogue à la calcite, à la sidérose ou au carbonate de manganèse et pouvant même, ainsi que ces carbonates, avoir été empruntées, par les dernières eaux thermales chargées d'acide carbonique, aux terrains traversés.

Ainsi, dans l'*Edlebraunspath Formation* de Freiberg, on trouve simultanément : dolomie, calcite, rhodonite et sidérose, avec enrichissement en argent (*), et on a cru remarquer que l'abondance de la dolomie et de la calcite se manifestaient spécialement au voisinage des grüns-teins.

Il est facile de concevoir que les remises en mouvement aient été très nombreuses avec un métal aussi répandu et formant un bicarbonate soluble.

La roche magnésienne, par excellence, c'est la péridotite, avec les serpentines, qui en dérivent par un métamorphisme plus ou moins ancien (**), et c'est, en effet, en relation avec ces roches que l'on trouve tous les dépôts magnésiens, d'origine constamment superficielle. Leur mode de formation paraît être le suivant.

Le péridot s'altère très facilement en carbonate de magnésie, qui se dissout, laissant un résidu de silice à l'état d'opale et des produits ferrugineux. Il peut alors arriver que ce carbonate vienne incruster des fentes et, surtout si la réaction a été produite par des eaux thermales, que ces filons de giobertite prennent un développement important. C'est presque certainement ainsi que se sont formés ceux de Mandoudi, dans l'Eubée (***).

(*) *Gîtes métal.*, II, 597.

(**) La serpentinitisation consiste dans une hydratation de l'olivine, qui, dans bien des cas, se prolonge très profondément dans les roches et peut même être contemporaine de leur cristallisation. Accessoirement, la serpentine (antigorite, bastite) peut résulter de l'altération du pyroxène, de l'amphibole, etc.

(***) *Gîtes métal.*, I, 573.

La magnésite (écume de mer) peut résulter d'une transformation analogue et constitue également des veines dans la serpentine (*); mais on la trouve aussi, toujours comme produit de remise en mouvement, dans divers terrains sédimentaires, notamment, à Paris même, au niveau du calcaire de Saint-Ouen, associée à divers produits d'évaporation, tels que le gypse.

Ainsi que nous l'avons rappelé précédemment, les péridots semblant constituer la scorie profonde et basique par excellence, il est tout naturel qu'on y constate la présence de traces métalliques diverses, qui apparaissent également dans les pyroxènes, les amphiboles et les micas noirs. Entre ces métaux, le chrome, le nickel et le cobalt, appartenant au même groupe que le fer (**), sont parfois arrivés à former des concentrations assez notables, soit par une ségrégation ancienne, soit par une altération récente.

Chrome. — Le chrome, par exemple, apparaît toujours dans des péridotites, ou dans des serpentines produites par leur altération, à l'état de fer chromé, jouant dans ces roches exactement le même rôle que les autres oxydes de même formule : Cr^2O^3 au lieu de Fe^2O^3 , Al^2O^3 , ou FeOTiO^2 . De même que l'on a des magnétites titanifères dans les hypérites à olivine de Taberg, les serpentines de Cogne, les gabbros du Mesabi Range, ou les norites d'Ekersund (ces dernières associées, d'après M. Vogt, à du spinelle chromifère), on connaît, en Nouvelle-Zélande, des dunites, formées de fer chromé et olivine, et des serpentines, dans lesquelles le fer chromé entre en toutes proportions, depuis de simples grains disséminés, jusqu'à des amas volumi-

(*) C'est probablement l'origine des gîtes d'Esky-Sheir en Asie-Mineure (*Gîtes métal.*, I, 575).

(**) Le cuivre est également assez fréquent dans l'olivine.

neux. La ségrégation de ces amas paraît contemporaine de la consolidation de la roche.

Nickel. — Le nickel se présente, comme un élément essentiel, dans ces magmas métalliques profonds, qui constituent les météorites, ou dans les fers natifs du Gröenland et de la Nouvelle-Zélande ; il est tout naturel de le retrouver dans des roches basiques et, en particulier, dans les serpentines de Nouvelle-Calédonie, où il entre dans une proportion de 5 p. 100. Dans ce cas, un simple départ superficiel paraît être l'origine des gîtes de concentration, formés de silicates nickelifères et magnésiens (*). Ailleurs, comme en Norvège, une ségrégation, contemporaine de la consolidation de gabbros, a produit, à leur périphérie, des pyrrhotines nickelifères ; enfin le nickel se présente à l'état de vrais filons arséniosulfurés.

En Nouvelle-Calédonie, la garniérite est accompagnée de fer chromé, d'oxyde de cobalt manganésifère (asbolite), d'hématite, de magnétite, etc., et se trouve, comme on sait, en veines à la périphérie de poches, creusées, par altération superficielle, dans les fissures de la serpentine et remplies d'un résidu d'argile rouge.

Il est assez facile de s'expliquer comment ces divers métaux ont pu se concentrer ainsi, sans même faire intervenir les phénomènes de ségrégation contemporains de la cristallisation des péridotites, qui, cependant, ont dû, particulièrement pour le fer chromé, commencer par jouer un rôle capital.

Il suffit, en effet, d'avoir examiné quelques roches au microscope pour avoir remarqué avec quelle facilité l'altération des silicates y détermine le groupement des éléments ferrugineux, en produisant de véritables chapelets de

(*) *Gîtes métal.*, II, 49. — Cf. LACROIX, *Minéralogie de la France*, I, 157, 185, 438.

fer magnétique (ou de fer chromé, si le silicate était chromifère). Par l'action seule de l'acide carbonique et de l'eau, tous les métaux de la roche, fer, nickel, manganèse, cuivre, etc., ont une tendance à s'isoler de la silice, qui se concentrera en opale, et cette tendance est encore accentuée si la roche basique contient, comme c'est le cas habituel, des sulfures propres à donner des sulfates solubles.

Dans les gisements calédoniens, la garniérite (hydro-silicate de nickel et magnésie) s'est localisée en veines dans la serpentine, à la périphérie des vasques argileuses, le long desquelles la circulation des eaux a dû atteindre son maximum d'intensité, ces veines pouvant atteindre (Mine Pauline) jusqu'à 6 et 8 mètres de large ; le fer chromé peut également se trouver en amas, ou filonnets, dans cette roche: ce qui correspond au gisement, absolument général, de ce minerai en tous pays; au contraire, les oxydes de fer ou de cobalt manganésifère se sont isolés, au milieu du résidu argileux même, dans les conditions où nous connaissons, en tant de points, sur des plateaux calcaires, des oxydes de fer et de manganèse, du phosphate de chaux ou de la barytine: la présence anormale du cobalt étant facilement explicable par les traces de ce métal, qui accompagnent le nickel dans tous ses gisements (*).

En d'autres points du globe, le nickel s'est séparé de la roche basique, au moment même de sa consolidation, entraîné vers sa périphérie par un excès de minéralisateurs sulfurés et peut-être de vapeur d'eau, qui lui prêtait une suffisante mobilité.

C'est ainsi que semblent s'être formés les gîtes de pyrrhotines nickelifères, spécialement étudiés par M. Vogt, en Norvège, autour de norites et de gabbros; ailleurs, comme

(*) La teneur en cobalt des minerais triés n'est que de 3 à 4 p. 100.

à Sudbury, au Canada, à Varallo, en Piémont, autour de gabbro-diorites, de diabases à olivine, etc. : dans tous les cas, en relation avec des roches ne contenant pas plus de 56 p. 100 de silice.

M. Vogt a fait cette remarque curieuse que l'abondance de la pyrrhotine semblait, dans une certaine mesure, proportionnelle à la dimension du massif de gabbro, et que, dans la pyrrhotine, les métaux : nickel, cobalt et cuivre (qui sont, avec le fer, à peu près les seuls intervenants) conservaient, en général, une proportion assez constante : pour 1 de nickel, en Norvège, $1/15$ à $1/3$ de cobalt, en moyenne $1/6$; à Varallo, $1/2$; à Sudbury, $1/15$ et, dans le fer natif d'Ovifak, $1/3$; pour 1 de nickel, en Norvège, $1/5$ à 1 de cuivre; à Sudbury, $1/2$ à $3/2$; à Ovifak, $1/5$.

Si on compare les teneurs de ces métaux dans la pyrrhotine à celles dans la roche mère, on voit que le cuivre s'est plus concentré que le nickel, et le nickel plus que le fer. Cette loi de proportionnalité, si approximative qu'elle puisse être, présente un certain intérêt; car elle prouve, dans la composition des magmas métalliques profonds ayant fourni la roche basique en divers points du globe, une constance relative, à laquelle il était, d'ailleurs, assez logique, dans notre théorie, de s'attendre.

Fer. — Le fer, très abondant dans la nature, peut se présenter sous un certain nombre de formes principales : fer natif, oxydes et silicates plus ou moins complexes, accessoirement sulfures, constituant les gîtes d'inclusions et de ségrégation directe; sulfures, arséniosulfures, carbonates et oxydes, composant les gîtes filoniens; carbonates et oxydes, formant les gîtes sédimentaires.

Dans chacune de ces catégories de gisements, il y a lieu de distinguer, suivant une remarque précédente, ce qui est la formation primitive, originelle, et ce qui peut

être le produit d'une altération superficielle ; et ces remises en mouvement sont, pour ce métal, aisément soluble à l'état de carbonate ou de sulfate, particulièrement faciles et particulièrement abondantes, en sorte qu'elles contribuent à introduire dans les phénomènes une assez grande complication.

L'altération des minerais de fer, comme celle de tous les autres minerais, s'est toujours faite essentiellement sous une influence oxydante, avec tendance à produire le minerai le plus stable, c'est-à-dire celui dont la formation développe le plus de calories : dans ce cas, le sesquioxyde. Toutes les fois qu'une intervention étrangère n'est pas venue apporter de la chaleur, comme cela a eu lieu parfois par métamorphisme, on est donc passé du sulfure, ou du silicate, d'abord au sulfate ou au carbonate, puis au sesquioxyde, et le carbonate (qui est un sel de protoxyde), tout aussi bien que la magnétite (qui est un oxyde incomplet), n'ont pas pu subsister en présence d'un excès d'oxygène, mais se sont alors transformés en hématite.

Une influence calorifique, telle qu'il a dû s'en rencontrer dans les actions de métamorphisme, peut naturellement avoir eu, dans une certaine mesure, un effet inverse et l'hématite brune a été alors ramenée, d'abord à l'état d'hématite rouge, puis de magnétite ; le fer carbonaté, par dégagement de l'acide carbonique et légère oxydation s'est, dans les mêmes conditions, transformé directement en magnétite. Cette dernière réaction a pu contribuer à la localisation habituelle de la magnétite dans les calcaires des terrains métamorphiques, le fer étant en hématite dans les bancs siliceux des mêmes niveaux.

Ces notions générales sont bien connues, et l'on a, maintes fois, décrit les chapeaux de fer hydroxydés, qui se produisent par la circulation des eaux superficielles sur les affleurements des gîtes sulfurés, en les considérant même, parfois, par une sorte de superstition, comme un indice

favorable pour la richesse en profondeur. Mais l'origine réelle des grands amas de fer carbonaté et leur assimilation avec les gîtes calaminaires, ainsi que le mode de formation de certains dépôts peroxydés, ne nous paraissent pas avoir été bien reconnus jusqu'ici.

Les amas de fer carbonaté, qui constituent, dans quelques régions, comme les Pyrénées, l'Erzberg styrien, etc., d'importantes réserves de minerai ferrugineux, d'autant plus considérables, dans certains cas, qu'on les a longtemps négligées et laissées de côté, ne nous semblent être qu'une forme intermédiaire et, en quelque sorte, provisoire, dérivant d'un gîte sulfuré profond, recouvert par un gîte oxydé superficiel plus ou moins épais et tendant constamment à s'accroître par altération : gîte oxydé, sur lequel ont porté les efforts des anciens exploitants.

On a généralement admis, quand on a étudié ces amas, que le fer s'était, dès l'origine, déposé sous cette forme carbonatée : soit que l'on ait soutenu l'origine filonienne et hydrothermale, c'est-à-dire l'incrustation par ce carbonate de fentes préexistantes, ou sa substitution directe à d'autres terrains calcaires ; soit que l'on ait admis l'origine sédimentaire, c'est-à-dire le dépôt contemporain de celui des couches encaissantes ; et, dans cette dernière théorie, on assimilait ces amas avec les couches ou lentilles de carbonate de fer du terrain houiller, que nous considérons, en effet, comme sédimentaires, mais dont l'allure est absolument différente de celle des gisements envisagés en ce moment.

Nous sommes, au contraire, frappé de voir ces gisements, carbonatés et oxydés, se présenter toujours dans des circonstances très caractéristiques qui sont les suivantes :

1° Ces gisements sont toujours encaissés dans des calcaires, avec lesquels ils présentent tous les types de passage (rohward de Styrie, calcaire rouge métalli-

fière de Rancié), c'est-à-dire que, dans toute hypothèse, il y a eu substitution du carbonate de fer au carbonate de chaux, le fer ayant pénétré dans le calcaire (comme on l'observe dans tous ces gîtes de substitution, notamment dans les gîtes calaminaires), en suivant les plans de cassure, les diaclases, et laissant souvent, au centre, des noyaux inaltérés.

Dans une région métallifère déterminée, comme les Pyrénées, on constate souvent très bien que la venue métallisante ferrugineuse a affecté des terrains d'âge et de nature divers, par exemple des schistes et des calcaires; mais, dans les schistes, où elle a rencontré un terrain inaltérable, tant au moment du dépôt même que lors des remises en mouvement postérieures, elle a, beaucoup plus rarement, pris de l'extension, et le peu d'importance industrielle de ces gisements schisteux a souvent fait qu'on les a négligés dans les descriptions et, par suite, laissé même de côté dans les études théoriques, pour n'envisager que les gisements plus riches, encaissés dans les calcaires.

Il existe cependant, au milieu des schistes, de grands gisements de fer, mais alors à l'état de fer sulfuré, qui constituent ces amas pyriteux considérables, exploités dans le sud de l'Espagne, en Norvège, etc.; ceux-là semblent s'être produits sur des points de dislocation et de broyage, particulièrement affectés par les actions dynamiques, où les schistes, émiettés, réduits en poussière, ont prêté à l'intrusion des magmas sulfurés un accès particulièrement facile (*).

(*) Nous avons été heureux de voir que M. Vogt, qui a consacré récemment une longue étude à ces amas pyriteux, les considère, avec nous, comme d'origine filonienne, probablement liée à des venues de diabases et étend même cette conclusion au gîte du Rammelsberg, pour lequel la théorie sédimentaire, adoptée dans ces dernières années par les géologues allemands, nous avait toujours paru extrêmement contestable.

C'est un fait très remarquable que les grands amas de fer sulfuré sont toujours dans les schistes, les grands amas de fer carbonaté étant dans les calcaires et, si l'on admet, comme nous le croyons à peu près certain, dans les deux cas, une origine filonienne, cela seul suffirait à faire penser qu'une venue ferrugineuse unique, par suite très probablement sulfurée, a, suivant la nature des terrains rencontrés sur son passage, donné ici et là ces minerais différents.

Mais on peut, croyons-nous, serrer le problème de plus près, en se fondant sur d'autres remarques.

2° Les amas de fer carbonaté, partiellement transformés en oxyde à la surface, se présentent toujours dans des régions accidentées, à fort relief, où la pénétration des eaux superficielles a été facile.

Dans les Pyrénées, notamment, c'est un fait assez frappant que les gîtes les plus complètement peroxydés, c'est-à-dire les plus riches et les plus purs, se trouvent souvent à des hauteurs inaccessibles; puis, que, dans une zone plus basse, on trouve du carbonate, avec proportion plus ou moins forte d'hématite, et que, lorsqu'on arrive dans les fonds de vallées, on rencontre des minerais de moindre valeur, parce qu'ils sont, dit-on, plus chargés de soufre, c'est-à-dire, en réalité, des hématites ou des carbonates provenant de sulfures qui n'ont pas complètement disparu, n'ayant pas été entièrement oxydés (*).

(*) A Rancié, il existe une catégorie de minerais inexploités, formés de fer carbonaté blond, non peroxydé (ce qui prouve qu'on est dans une zone où l'altération superficielle a été réduite au minimum) et parsemé de pyrites. Le passage de l'hématite au fer carbonaté en profondeur est très net pour ce gisement (*Gîtes métal.*, I, p. 689) Dans les gisements de l'Erzberg styrien (*Ibid.*, I, p. 749), la pyrite est également fréquente. A Mokta el Hadid (*Ibid.*, I, p. 724), comme dans tous les gisements ayant subi un métamorphisme, le carbonate, forme habituelle du fer en profondeur dans les calcaires, a, s'il s'est produit autrefois, été transformé entièrement en magnétite (altérée en hématite, près des affleurements actuels); mais on trouve des veinules de pyrite de fer, avec mouches de

Au-dessous des thalwegs, on n'exploite plus rien, non pas seulement parce que les travaux seraient plus coûteux, mais surtout parce que ce qu'on rencontrerait serait des gites sulfurés.

Cette relation de la nature des gites avec le relief actuel suffit bien à montrer qu'il n'y a pas là un phénomène ancien, réellement contemporain de la formation filonienne, mais, au contraire, un résultat d'altération récente.

L'observation faite pour les gites en amas s'étend même, dans une certaine mesure, à quelques filons de sidérose. Ces filons, assez rares d'ailleurs, sont souvent situés dans des régions accidentées, et la sidérose, que l'on voit souvent passer à la pyrite en profondeur, y est fréquemment accompagnée de minerais de métamorphisme, tels que le cuivre gris, avec lequel son association est bien connue.

Nous ne citerons que le cas des nombreux filons de sidérose et cuivre gris de l'Isère, qui semblent bien provenir de pyrite de fer, plus ou moins cuivreuse, ou de chalcopyrite, dans lesquels existaient parfois des traces d'or, qui ont pu se concentrer, en même temps, aux affleurements. A côté de cela, il est vrai, on peut, comme à Przibram, trouver, en profondeur, de la sidérose alternant avec la galène et être conduit à supposer qu'elle s'est déposée là directement d'une dissolution carbonatée.

Mais, en ce qui concerne les grands amas, nous croyons pouvoir admettre que le carbonate de fer s'est, comme la calamine ou la cérusite, produit par réaction du calcaire sur des sels provenant de la dissolution du sulfure; seulement, à la différence avec ces derniers carbonates, celui de fer ne

galène et de pyrite cuivreuse. Nous insistons sur cette idée que, dans les beaux gisements de fer oxydé et carbonaté, des considérations industrielles ont souvent contribué à faire négliger, ou passer sous silence, les mouches de pyrite, plus fréquentes qu'on ne le croit.

représente pas une forme stable ; il n'a pu se produire que là où l'oxygène manquait, où l'on était à l'abri de l'influence de l'air et, toutes les fois que cette action oxydante de l'air a pu se faire sentir, elle l'a transformé en sesquioxyde.

C'est là une réaction chimique, dans laquelle le facteur temps joue un rôle considérable, et c'est parce que le relief actuel, donc la mise à jour des minerais sulfurés et carbonatés, ne date que d'un temps relativement restreint, que cette action est restée incomplète dans certaines régions, comme les Pyrénées.

3° Une remarque venant à l'appui de notre thèse, c'est que, dans ces gisements de fer carbonaté ou oxydé des Pyrénées, non seulement, quand on atteint des parties ayant mieux échappé à l'altération, on trouve du sulfure de fer, mais qu'on y trouve même d'autres sulfures métalliques ; par exemple, de la galène, dont la présence a été reconnue avec étonnement dans divers gites de fer oxydé pyrénéens. Cette observation concourt à faire considérer les gites filoniens d'hématite ou de sidérose comme de simples chapeaux d'affleurements de filons complexes et comme un type, seulement plus riche, d'une catégorie de minerais de fer oxydés, que l'on connaît bien sur les parties hautes des filons de métaux plus précieux, où on ne la considère généralement que comme une gêne (*).

4° Enfin, dans nombre de ces gites du type calaminaire, on a la preuve de circulations d'eau récentes au contact du gisement. C'est ainsi que, pour le zinc, nous citerons les accumulations d'alluvions au-dessus du grand amas calaminaire à Malfidano (**), les grottes avec cristaux

(*) Nous remarquerons cependant qu'aux environs de Przibram, vers Zézic et Haté (*Gîtes métall.*, II, p. 572), où l'on avait considéré de semblables filons ferrugineux comme des affleurements de filons de galène, on y est descendu à 30 mètres sans vérifier cette hypothèse.

(**) *Gîtes métallifères*, II, p. 407.

de gypse au Laurium (*) ; pour le plomb, les grottes au contact du gîte carbonaté d'Eurêka (Nevada), de Bulgar Dag (Taurus), etc. (**). De même pour le fer, à Rancié, on observe, au mur du gisement, des grottes avec un mélange d'argile et de cailloux amoncelés (***).

Sans vouloir aborder ici une description des divers gîtes de fer, nous sommes porté à croire que, dans nombre de cas, où l'on a cru trouver la trace d'épanchements ferrugineux ayant épousé la forme actuelle du terrain, comme à l'île d'Elbe, à Bilbao, à la Tafna (****), etc., on a simplement observé des effets de remise en mouvement et de remaniement récents, absolument distincts de la réelle venue ferrugineuse. Nous sommes aujourd'hui très sceptique au sujet de ces prétendus griffons déversant, à la surface du sol, des torrents d'eau ferrugineuse, et nous croyons que les mêmes phénomènes s'expliquent beaucoup plus simplement par le métamorphisme superficiel de gisements anciens, qui peuvent, d'ailleurs, avoir été, suivant les cas, soit des sédiments oxydés, soit des apports filoniens, probablement sulfurés.

Manganèse. — Le manganèse est un métal, qui, par certains côtés, se rapproche beaucoup du fer et, par d'autres, s'en éloigne complètement.

Dans les silicates des roches, le manganèse prend souvent, molécule par molécule, la place du fer, comme peut le faire le magnésium ; on le voit intervenir dans la composition des pyroxènes, périclites, etc., et, dans le

(*) *Gîtes métal*, II, p. 382. Une visite récente au Laurium nous a conduit, comme on le verra plus loin, à modifier quelques-unes des idées exposées dans ce chapitre.

(**) *Ibid.*, II, p. 635. Voir, sur ces questions de grottes au contact de gîtes métallifères, l'intéressant article de notre ami M. Martel sur la spéléologie dans les *Annales des Mines* de juillet 1896 (p. 70).

(***) *Ibid.*, I, p. 688.

(****) *Ibid.*, I, pp. 810, 796, 817.

curieux gîte de Saint-Marcel, en Piémont, nous avons même pu observer toute la série des minéraux d'un gneiss, chargé d'épidote, mica, amphibole, chlorite, etc., devenus manganésifères (*). A Dannemora, en Suède, on trouve, dans le Skarn, de l'actinote manganésifère (Dannemorite), un péridot manganésifère (Knébélite), etc. (**).

De même, les magnétites encaissées au milieu des calcaires de Suède, du Canigou, de Mokta el Hadid, sont, très souvent, manganésifères, au point même de tirer de cette richesse en manganèse une valeur spéciale pour la fabrication de l'acier. A Norberg (en Suède), la teneur en protoxyde de manganèse dans la magnétite atteint 10,40 p. 100.

Dans bien des groupes de gisements de fer, présentant le fer à l'état peroxydé, on a également tous les passages, depuis le cas d'un fer légèrement manganésifère, jusqu'à celui d'un manganèse à peine ferrugineux, et c'est ainsi que, dans la province d'Huelva, en Espagne, les amas de bioxyde de manganèse sont en connexion avec les affleurements des amas pyriteux et, dans les Pyrénées, les filons de manganèse sont nombreux à côté des filons ferrières; ils y prennent même, exactement comme les gîtes de fer, l'allure d'amas carbonatés, quand ils sont encaissés dans les calcaires [las Cabesses, dans l'Ariège (***)]:

(*) *Gîtes métal.*, II, p. 9.

(**) *Ibid.*, I, p. 718.

(***) Ce gîte important et des plus curieux, que nous avons eu l'occasion d'étudier en détail, présente une sorte de stockwerk, reconnu sur plus de 100 mètres de haut, dans les calcaires griottes dévoniens, disloqués et broyés, qui ont subi une substitution très irrégulière en carbonate de manganèse, avec décomposition superficielle en pyrolusite. Les analyses des griottes encaissants nous ont donné parfois de faibles teneurs en manganèse, très irrégulièrement réparties. Ces minerais carbonatés (par un phénomène intéressant, qui n'est pas exceptionnel, même dans la région) renferment, en certains points, des traces d'or, et nous ne serions pas surpris quand, en s'approfondissant suffisamment, on trouverait là un filon analogue à ceux des États-Unis ou de la Nouvelle-

ces manganèses carbonatés, jadis considérés comme rares, simplement parce qu'ils passent facilement inaperçus, en raison de leur aspect peu caractéristique, étant, en réalité, beaucoup plus abondants qu'on ne l'a cru longtemps.

Dans ces amas, pour le manganèse comme pour le fer, le carbonate est une forme provisoire, intermédiaire, qui n'a pu se former et subsister qu'à l'abri de l'oxygène de l'air et qui tend toujours à passer à l'état de bioxyde (forme stable, parce que c'est celle qui développe, en se formant, le plus de calories).

La même analogie entre le fer et le manganèse se poursuit dans les gites sédimentaires et les gites de remaniement superficiels, comme on pouvait aisément

Zélande, composé de silicate de manganèse et quartz un peu aurifère, avec peut-être d'autres sulfures métalliques.

Au nord des grands gisements du Laurium, originellement composés de sulfures de fer, plomb et zinc, il existe d'importants dépôts de carbonate de manganèse et de fer, de couleur blanche, mais jaunissant, puis noircissant à l'air, en donnant de la pyrolusite en couches parfois fort épaisses. Ces carbonates forment des couches à la base du calcaire moyen, ou dans le calcaire supérieur. Les zones, à Dascalio, sont alignées N. 23° E., parallèlement à un système de cassures important. Le manganèse contient souvent un peu de galène et de pyrite de fer disséminées, avec des traces de phosphore.

Ces carbonates, qui jouent donc là le même rôle que les calamines plus au sud, ont, par remise en mouvement, donné des psilomélanes dans des fractures transversales du calcaire. On a même, à Dipsilesa, trouvé, d'après M. Moule, une galerie de grotte horizontale, ayant au moins 150 mètres de long et contenant, sur le sol, un précipité secondaire de boue à 32 p. 100 de manganèse et 16 de fer, avec concentration simultanée du phosphore : le tout en couche horizontale, recouverte d'une croûte stalagmatique de calcaire.

En 1894, lors de notre visite, le Laurium français produisait, par an, 60.000 tonnes de minéral de manganèse légèrement phosphoreux et plombeux à 14 ou 17 p. 100 ; Dascalio à peu près autant. Le tout était exporté en Belgique pour traitement au convertisseur Gilchrist.

Nous ne pensons pas que le carbonate de manganèse joue, dans ces gisements, un rôle analogue à celui du carbonate de chaux, ou du carbonate de magnésie, c'est-à-dire qu'il se soit formé dans la sédimentation même ; mais il nous paraît plutôt être en relations avec les grandes formations métallifères voisines.

s'y attendre en raison de la solubilité du bicarbonate, avec cette seule différence que la proportion du manganèse, par rapport au fer, tend toujours à augmenter par suite des remises en mouvement : ce qui amène une abondance particulière des concentrations manganésifères dans les dépôts de surface.

C'est ainsi que l'on connaît, au Caucase, des couches sédimentaires oolithiques de pyrolusite et d'acérodèse, légèrement phosphoreuses, tout à fait assimilables aux gîtes de fer de Meurthe-et-Moselle, et que, dans toutes ces poches argileuses creusées par l'érosion des calcaires, dans le Nassau, etc., ou des serpentines, en Nouvelle-Calédonie, le manganèse est un des métaux que l'on a le plus de chances de rencontrer (*).

Il s'y trouve généralement associé aux deux corps, dont la fortune est analogue, la barytine et le phosphate de chaux, l'union avec la barytine étant souvent assez intime pour que le minerai principal de manganèse, dans bien des gîtes, soit un manganèse oxydé barytique, la psilomélane (**), contenant jusqu'à 17 BaO pour 69 à 85 Mn³O⁴.

Mais, à côté de ces analogies nombreuses, le manganèse présente, avec le fer, une différence fondamentale. Tandis que, pour ce dernier métal, la forme sulfurée domine toujours en profondeur, pour le manganèse, elle n'existe pratiquement pas (***), et l'on est forcé d'admettre que le manganèse, quand il n'a pas cristallisé directement en silicate dans les roches, est arrivé : soit, comme on l'admet

(*) M. Dieulafait, dans de très nombreuses notes à l'Institut (C. R., t. C et CI, 1885), a beaucoup insisté sur ces remises en mouvement du manganèse. Les combinaisons Mn avec S, avec O, avec CO³, avec O², développent respectivement : 22,6 cal. ; 47,4 ; 54,2 ; 58,1 : ce qui explique la prédominance du bioxyde MnO², c'est-à-dire de la pyrolusite.

(**) Voir plus haut, p. 163 à 173, le paragraphe relatif à la barytine.

(***) Les sulfures de manganèse, l'alabandine et l'hauérite, ne sont, comme le sulfure complexe d'étain, cuivre, fer et zinc, la stannine, qui représente, pour l'étain, la forme sulfurée, que des raretés minéralogiques.

en général, à l'état de carbonate (*), réaction qui nous semble restreinte aux remises en mouvement superficielles (**); soit plutôt en liqueur acide, par exemple à l'état de chlorure et de fluorure, idée qui pourra surprendre un peu, mais que nous croyons justifiée par de nombreuses observations et sur laquelle nous allons bientôt insister. Le manganèse, par là, se rapprocherait de ces trois autres métaux, également connus surtout à l'état de bioxydes, le silicium, le titane et l'étain, et peut-être aussi de l'or, avec lequel on le trouve souvent associé (***).

En dehors des gites de manganèse carbonaté, le manganèse, dans ses filons, présente une association presque constante avec la silice. Dans la plupart des cas, nous l'avons vu accompagné par des quartz jaspés, rouges ou jaunâtres, très caractéristiques, avec lesquels on le retrouve, parfois même, dans les amas superposés aux calcaires [Roquefort (Alpes-Maritimes); Nontron (Dordogne), etc.], et, en outre, à mesure que les observations se multiplient, on connaît des exemples de plus en plus nombreux de silicates de manganèse proprement dits, silicates qui présentent souvent cette particularité d'être riches en métaux précieux, or ou argent.

(*) La théorie, habituellement professée, pour les carbonates de fer et de manganèse, depuis Boussingault, c'est que des eaux, chargées de bicarbonate, les ont déposés, par dégagement de leur acide carbonique en excès, au voisinage de la surface. On oublie, comme dans toutes les théories semblables, que l'érosion a fait disparaître, presque toujours, ce qui était la partie superficielle au moment du dépôt des filons. En outre, le fait le plus caractéristique des gisements de manganèse, c'est l'association de ce métal avec la silice.

(**) Les remises en mouvement jouent, pour le manganèse, un rôle très considérable et ont dû former ces gites très nombreux, où on le voit disparaître en profondeur. Dans les dépôts de haute mer, on sait que le manganèse est un des corps les plus caractéristiques (boues à globigérines et argiles des mers profondes) (WILL. THOMSON, *Expéd. du « Challenger »*).

(***) La stibine, souvent associée à l'or (Reefton, en Nouvelle-Zélande; Gravelotte, au Transvaal, etc.), forme une transition entre les gites du type stannifère et les gites sulfurés.

Tel est le cas, en Nouvelle-Zélande, district de Thames, pour le filon City of Dunedin de la mine Tararu (*), où la rhodonite forme, dans un filon puissant de quartz, des noyaux ou des trainées, contenant elles-mêmes de l'or très finement divisé avec un peu de galène.

Dans le Montana (**), région de Butte-City, nous avons déjà rappelé plus haut comment il existait à Lexington, Moulton, Alice, une série de filons de rhodonite argentifère, formant des zones alternatives avec du quartz, de la blende, et, plus rarement, d'autres sulfures.

On a, d'ailleurs, dans les Pyrénées, fait quelques tentatives d'exploitation à Germ, Loudervielle, etc. (***), sur des bancs de silicates de manganèse, rhodonite et friédélite, avec quartz et un peu de rutil et d'apatite.

L'origine fluorée de ces silicates semblerait assez confirmée par la présence de fluorine dans certains gîtes de manganèse, notamment à Romanèche.

Nous croirions donc volontiers que le manganèse était, avec le silicium, en dissolution dans une liqueur acide (****), d'où ces deux métaux se sont précipités simultanément. Ces silicates de manganèse hydrothermaux, avec ceux englobés dans la cristallisation même des roches, seraient alors la source première, d'où dériveraient, par remise en mouvement superficielle, tous les gîtes oxydés (pyrolusite, psilomélane), qui sont innombrables à la surface du sol. Le carbonate a pu également se produire aisément par altération du silicate, en présence de l'acide carbonique de

(*) Renseignements inédits, recueillis par M. Gascuel (Voir École des Mines, coll. 2013).

(**) *Gîtes métallifères*, I, p. 809; — Cf. KEMP, *Ore deposits*, p. 220. Nous avons rapproché précédemment, de ces manganèses argentifères, ceux associés aux barytines argentifères de Milo.

(***) *Ibid.*, II, p. 11; — voir, dans *l'Argent*, p. 59, d'autres exemples analogues.

(****) On sait comment le chlorure de manganèse est produit en grand dans la fabrication du chlore et des chlorures.

l'air ou des calcaires, et l'on doit même admettre que le manganèse a dû passer par l'état de carbonate, avant de se précipiter en bioxyde.

Nous n'insistons pas sur ces concentrations superficielles de manganèse, que nous avons déjà rappelées précédemment, quand nous nous sommes occupé de généralités (*); chacun sait avec quelle facilité le manganèse se déplace et se concentre dans les terrains superficiels, sur les parois des roches où il forme des dendrites, dans les limons où il se précipite en petites boules, dans les argiles remplissant les crevasses des calcaires du Nassau, des Alpes-Maritimes, etc.

Cuivre. — Le cuivre est géologiquement à rapprocher du nickel, avec lequel il se rencontre fréquemment, notamment dans les péridotites du Canada; car c'est, comme lui, avant tout, un métal des roches basiques, dont les principaux gisements sont des gîtes de départ immédiat, concentrés, sous une forme sulfurée, à la périphérie des roches mères. Mais, plus soluble, plus mobile et plus facile à remettre en mouvement, il lui est arrivé de s'écarter davantage de son point de départ, en sorte qu'on le trouve, comme le groupe de métaux : fer, zinc, plomb, argent, etc., dont nous parlerons bientôt, sous forme de filons concrétionnés et qu'il constitue également quelques gîtes sédimentaires de précipitation chimique, absolument typiques.

D'autre part, on doit noter, entre le cuivre et l'étain, une certaine association, qui n'est pas, à notre avis, dans le Cornwall, aussi accidentelle qu'on l'a parfois prétendu(**).

(*) Cf. DAUBRÉE, *Eaux souterraines anciennes*, p. 98.

(**) Nous venons déjà d'étudier, dans le manganèse, un métal présentant des propriétés intermédiaires entre le groupe du fer et le groupe de l'étain.

Ainsi que l'a remarqué M. Vogt (*), on peut rattacher au type stannifère :

1° Les gîtes d'étain proprement dits, type Saxon, Villeder, Montebraz ;

2° Les gîtes d'étain et de cuivre, type Cornwall, ou d'étain avec galène argentifère (sulfure d'étain exceptionnel), minéraux d'argent, etc., de Bolivie (**);

3° Les gîtes de cuivre avec tourmaline, apatite, fluorine, quartz et or natif, dans la granulite du Telemark (**); celui de Tamaya ou de Remolinos, au Chili (****), également avec quartz, tourmaline et un peu d'or, etc.

C'est là un exemple du double mode de venue, que l'on rencontre pour plusieurs métaux et, notamment, pour l'or, dont le cuivre contient si fréquemment des traces : d'une part, en association intime avec des roches basiques, sous forme de gîtes d'inclusions, de ségrégation, ou de départ immédiat ; d'autre part, en relation avec les roches acides, dans les filons, où des minéralisateurs, y compris le fluor, ont joué un rôle prépondérant.

La forme profonde des minerais de cuivre est, le plus souvent, la chalcoppyrite, ou la pyrite de fer cuivreuse ; mais, au voisinage de la surface, les sulfures ont souvent subi des altérations, qui peuvent se présenter sous deux formes :

En premier lieu, à la surface même, une oxydation, ayant donné, outre un chapeau d'oxyde de fer, des oxydes, carbonates, etc., accompagnés parfois de cuivre natif, souvent avec remise en mouvement et intervention restreinte des terrains calcaires ;

En second lieu, un peu plus profondément, une sorte de

(*) Zur Classification der Erzvorkommen (*Zeitsch. für praktische Geologie*, avril 1895, p. 153).

(**) STELZNER, *Zeitsch. f. prakt. Geol.*, 1893, p. 81, 394.

(***) *Giles métall.*, II, p. 272.

(****) *Z. d. Deutsch. geol. Gesellsch.*, 1887.

cémentation ayant, sur des nodules cuprifères, produit, après une première croûte appauvrie, une zone d'enrichissement.

Comme exemple des premières réactions, nous citerons le gîte de Mednoroudiansk, près Nijni Taguil, dans l'Oural (*).

Il existe là, au contact de la syénite, un filon de magnétite et de chalcopryrite, dont l'altération superficielle, favorisée par la présence de calcaires siluriens, a donné, en même temps que de l'hématite, des oxydes, carbonates, silicates et phosphates de cuivre. On a, en particulier, exploité, dans ces calcaires, une grande poche de dissolution de 120 mètres de large (**), pleine d'argile rouge empâtant des blocs de malachite, azurite, etc., et où l'on rencontre également de la calamine, ainsi que des oxydes noirs de cobalt et de manganèse, analogues à ceux de la Nouvelle-Calédonie.

Dans l'Arizona, de grands filons de chalcopryrite quartzeuse, au contact de l'andésite amphibolique et du calcaire, contiennent, près des affleurements, des oxydes et carbonates de cuivre, avec oxyde de fer, dans une argile de décomposition.

Les larges filons de Burra-Burra, en Australie, ont présenté, de même : à la surface, du fer hydroxydé ; puis des cuprites, malachites, azurites, atacamites et cuivre natif ; plus bas, de la phillipsite ; enfin de la chalcopryrite à gangue quartzeuse.

Ailleurs, comme au Chili, ces affleurements cuivreux renfermaient souvent, avec les carbonates et silicates, des sels chlorurés ; parfois des matières pulvérulentes de couleur foncée, avec fines particules de phillipsite et, sur cette

(*) *Gîtes métallifères*, II, p. 245 à 252.

(**) Comme preuve de cette dissolution, on peut remarquer que l'oxyde rouge contient des fossiles du calcaire, ayant résisté à la dissolution.

phillipsite, accidentellement, des houppes d'or natif, cristallisées pendant la remise en mouvement.

Le cuivre natif se produit aisément dans le même phénomène, quand les sels cuivreux rencontrent des matières réductrices : on en trouve, aux affleurements des gites de la province d'Huelva, dans les fissures des roches encaissantes et jusque sur les bois de mine antiques (*).

En dehors de cette formation d'oxydes et de carbonates, l'action d'altération superficielle est caractérisée, pour les minerais de cuivre, par des transformations et par une cémentation, dont M. Daubrée a pu observer la reproduction artificielle sur les médailles de bronze, restées, depuis l'antiquité, en contact avec les sources de Plombières ou de Bourbonne-les-Bains : médailles qui ont présenté : cuivre, chalcosine, phillipsite et chalcopyrite.

Généralement, la chalcopyrite et la pyrite de fer cuivreuse se transforment alors en phillipsite, chalcosine (**), cuprite et cuivre gris, que l'on doit, lorsqu'on les rencontre à l'affleurement d'un gîte cuivreux, considérer comme une forme provisoire et superficielle, destinée à disparaître en profondeur. L'arsenic, l'antimoine, le phosphore, dispersés en profondeur, se sont concentrés sur le cuivre, comme ils le font pour l'argent (argent rouge et argent noir superficiels), et même pour le plomb (mimétèse, pyromorphite).

En même temps, le fer s'est isolé sous forme d'un chapeau d'oxyde de fer, plus ou moins épais, qui recouvre constamment les affleurements de filons sulfurés, et les métaux précieux, or et argent, dont le cuivre contient d'habitude de faibles traces, s'y sont concentrés de manière à donner parfois des cuivres gris fortement argentifères,

(*) Nous renvoyons, pour le cuivre natif du Lac Supérieur, à ce que nous avons dit de ces gisements, p. 163, à l'occasion des zéolites.

(**) Pour passer de la chalcopyrite $\text{Cu}^2\text{Fe}^2\text{S}^4$ à la chalcosine Cu^2S , il suffit de perdre le fer sulfuré Fe^2S^2 ; on arrive de même à la covelline CuS .

ou même des cristaux d'or natif, comme ceux que nous signalions tout à l'heure dans la phillipsite.

Dans le gisement de Monte Catini, en Toscane (*), cette cémentation s'observe presque aussi aisément que sur les médailles de Bourbonne. On trouve, en effet, dans la serpentine, des boules de fort diamètre contenant, du centre à la périphérie : pyrite de cuivre, cuivre panaché, enfin chalcosine et cuivre natif, tandis que des boules plus petites sont toutes transformées en cuivre panaché et chalcosine, certaines même exclusivement en chalcosine. Le même ordre de succession s'observe en gros, quand on examine la coupe du gisement, de la profondeur à la surface.

Dans les gîtes de Rio Tinto et de San Domingos en Espagne (**), les grands amas de pyrite de fer cuivreuse à 3 ou 4 p. 100 de cuivre contiennent des veines secondaires, formées de phillipsite et de chalcosine à 10 ou 20 p. 100, que les anciens ont tout particulièrement recherchées. C'est, d'ailleurs, un fait bien connu que le caractère précaire des gîtes de cuivre gris, à gangue de sidérose (***), souvent très argentifères, qui, en profondeur, se transforment en pyrites de cuivre et de fer, beaucoup plus pauvres (****) (Sierra Nevada, Mousaïa, Bosnie, Mexique, etc.). Par une réaction du même genre, divers filons cuivreux de la région de Butte City, au Montana, formés en profondeur de chalcopyrite à 8 ou 9 p. 100 de cuivre, présentaient, à la surface, du sulfure noir de cuivre (mattite) à 14 ou 16 p. 100 (*****).

(*) *Gîtes métallif.*, II, p. 238.

(**) *Ibid.*, p. 296 à 302.

(***) *Ibid.*, p. 304.

(****) Le cuivre gris est fréquemment accompagné de barytine, que nous avons appris à considérer comme une gangue généralement superficielle et qui disparaît pour faire place au quartz, quand on arrive à la chalcopyrite.

(*****) *Ibid.*, II, p. 265.

Zinc. — Pour le zinc, l'étude que nous avons pu faire sur place, depuis dix ans, de la plupart des gisements européens, en Sardaigne, en Silésie, en Grèce, en Suède, en France et en Algérie, nous a conduit à des conclusions particulièrement nettes au sujet de ces remises en mouvement, qui font l'objet principal de ce mémoire (*), et c'est pourquoi nous nous y arrêterons un peu plus longuement.

Le zinc, qui ne joue à l'état d'inclusions qu'un rôle assez insignifiant et surtout théorique, s'est toujours séparé des roches mères (assez difficiles à déterminer dans la majeure partie des cas), sous la forme d'un sulfure, associé, en proportion plus ou moins forte, aux deux autres sulfures de fer et de plomb, dans un groupement caractéristique : blende, pyrite, galène, qu'on peut appeler, pour simplifier le langage, les B. P. G. Tantôt l'un de ces trois sulfures domine, tantôt l'autre, jusqu'à former, à lui seul, le remplissage pratiquement utilisable de toute une portion de gîte; mais l'association entre eux est tellement intime et naturelle que, dans le même filon, il arrive constamment de voir, sans aucune loi, et aussi bien en direction qu'en profondeur, le remplissage principal passer de la galène à la blende, ou à la pyrite, et réciproquement.

C'est sur des dépôts primitivement sulfurés, qu'ont porté les altérations superficielles récentes, par l'effet desquelles les B. P. G. se sont oxydés, dissous, remis en mouvement, et finalement séparés suivant leur solubilité,

(*) Nous insisterons spécialement ici sur deux gisements, que nous avons visités depuis la publication de notre ouvrage sur les *Gîtes Métallifères*, et dont nous n'avons pas encore eu l'occasion de donner une description personnelle : le Laurium en Grèce et les Malines dans le Gard.

Nous avons parcouru (malheureusement un peu vite) la concession du Laurium (Kamarea, Plaka), en 1894, avec M. Moulle, qui en était le directeur, et qui a bien voulu nous faire profiter de ses observations. Aux Malines (en 1895), nous avons également profité des obligeants renseignements de M. Auzépy.

avec des résultats très différents suivant la nature des roches encaissantes : effets n'ayant réellement atteint leur maximum d'intensité que lorsque ces roches étaient calcaires et pouvaient, par suite, fournir aux eaux altérantes un excès d'acide carbonique, capable d'amener la transformation du zinc, du fer, et, plus rarement, du plomb, en carbonate.

Dans ces calcaires, la transformation en carbonate de zinc (comme celles en carbonate de fer ou de manganèse, précédemment étudiées) a constamment suivi le réseau des fissures antérieures de la roche et pénétré, à partir de là, par porosité dans la masse.

L'origine superficielle et récente des minerais carbonatés de ces trois métaux, toujours exclusivement concentrés dans les calcaires (*), est suffisamment démontrée par la façon dont les sulfures y augmentent peu à peu avec la profondeur et deviennent dominants, lorsqu'on passe au-dessous du niveau hydrostatique. Comme, en dépassant ce niveau hydrostatique, on est, en outre, exposé, dans les calcaires souvent très fissurés, où se trouvent les amas calaminaires, à d'importantes venues d'eau, il en résulte une double raison pour que l'exploitation industrielle des gisements s'arrête, presque toujours, à ce niveau, et pour que la forme sulfurée profonde des gisements calaminaires ait passé inaperçue dans la plupart des cas.

Ce métamorphisme, qui transformait des sulfures en carbonates, a eu pour corollaire la production assez fréquente de cristaux de gypse (moins abondants qu'ils ne devraient l'être, à cause de leur facile redissolution), et la circulation des eaux a creusé, au voisinage des gisements,

(*) Pour le zinc seul, dont le carbonate est la forme stable, on trouve, aux affleurements de presque tous les filons blendeux, même lorsqu'ils sont encaissés dans les schistes, du carbonate, alors simplement produit par l'acide carbonique de l'air.

de très nombreuses grottes, dans lesquelles, par remise en mouvement, se sont souvent formés de ces cristaux de gypse, en même temps que se précipitaient des enduits calaminaires.

Il faut, d'ailleurs, ajouter que les trois sulfures de zinc, fer et plomb se sont comportés différemment dans ces réactions(*). Le zinc est, en majeure partie, resté en place à l'état de carbonate; le fer a été beaucoup plus déplacé, souvent même à grande distance: une portion seulement s'est métamorphisée sur place en carbonate (gîtes des Pyrénées), ou reprécipitée un peu plus loin en sidérose (Carthagène, Laurium); mais la majeure partie du fer déplacé s'est précipitée sous sa forme réellement définitive, en peroxyde. Enfin le plomb a résisté davantage et est souvent resté à l'état de galène, bien qu'on puisse citer des exemples de grands gisements de plomb, entièrement transformés en carbonates.

D'une façon générale, comme il était aisé de s'y attendre, il y a eu, dans cette zone superficielle et altérée, disparition d'une partie des métaux, toutes les fois qu'ils n'ont pas été fixés sur place par les calcaires encaissants, sous la forme, au contraire plus avantageuse, des carbonates.

Quand on observe des filons de galène ou de pyrite à leurs affleurements, on remarque par suite, constamment, que ces sulfures ont complètement disparu et l'on y voit uniquement le quartz, qui constitue leur gangue en profondeur, avec une certaine proportion d'argile, ou de boue, chargée d'efflorescences sulfatées.

Nous citerons simplement, à ce propos, les filons de quartz et galène de Flaviac, près de Privas, dans le Gard, perforés de nombreux travaux antiques et où la Société

(*) Voir, sur ces questions, notre ouvrage *l'Argent*: p. 17 (Solubilités des sulfates de fer, zinc, cuivre et argent) et p. 64 à 74 (Variations des filons en profondeur).

de la Vieille-Montagne a fait quelques recherches. Ces filons, exclusivement quartzeux aux affleurements, ont été assez chargés de plomb en profondeur pour que les anciens les aient exploités jusqu'à 65 mètres au-dessous du niveau hydrostatique.

Par une remarque déjà faite antérieurement, le facteur temps joue, dans ces actions de métamorphisme, un rôle très considérable : ce n'est qu'avec une extrême lenteur et très progressivement que se sont produites ces substitutions et ces dissolutions dans l'intérieur de masses calcaires, et il arrive très souvent, dans un gisement qu'on étudie, que la période géologique depuis laquelle le niveau hydrostatique actuel est constitué, n'ait pas duré assez longtemps pour avoir permis aux réactions d'atteindre leur forme définitive.

En raison même de cette influence du temps, suivant la compacité des roches, leur silicification, leur degré de fissuration, l'altitude du point considéré au-dessus du plan d'eau, le régime météorologique de la contrée, etc., les résultats pourront être tout à fait différents.

Les phénomènes que l'on observe, par exemple, au *Laurium*, près d'Athènes, sont beaucoup plus complexes, et d'une interprétation beaucoup plus difficile qu'on ne pourrait le supposer d'après les descriptions anciennes.

Comme le montrent la carte géologique et les coupes de l'Attique publiées par Lepsius en 1893, il existe, dans cette région, un massif de terrains anciens métamorphiques, formés d'alternances de calcaires marmoréens, parfois dolomitiques et de schistes micacés (schistes de Kæsariani), que surmontent, en discordance, les terrains crétacés d'Athènes, de l'Acropole et du Lycabette (*).

(*) RICHARD LEPSIUS, *Geologie von Attika, Ein Beitrag zur Lehre vom Metamorphismus der Gesteine*. Berlin, 1893, 1 vol. in-4° de 146 p., avec carte géologique de l'Attique au 1/25.000, et *Griechische Marmorstudien*, 1890. *Abh. der preuss. Akad. Wiss.* — Cf. *Gîtes métall.*, II, p. 375 à 387.—

Ces terrains primaires, où sont exclusivement concentrés les gîtes métallifères et dont la nature chimique variable a eu, sur leur mode de dépôt, une influence prépondérante, ont subi un mouvement de plissement et de dislocation très prononcé, qui a produit, notamment, à l'ouest, une grande faille N.N.E.-S.S.O., à laquelle s'arrêtent les travaux (*) : faille, par endroits, réduite à un simple pli,

Nous avons été heureux de voir que M. Lepsius avait été conduit, contrairement à l'opinion des géologues autrichiens, à la même conclusion que nous avaient suggérée nos propres études sur les îles de la Mer Egée (*Arch. des Missions scientif.*, 3^e sér., t. XVI, 1890, p. 21), à savoir qu'il y avait lieu de distinguer des calcaires crétacés, métamorphiques, les marbres plus anciens du Pentélique, de Paros (et de Mételin, Thasos, etc.), faisant partie d'une série primaire. A Paros, Naxos et Seriphos, il a trouvé les marbres intercalés dans de véritables gneiss, qui doivent, il est vrai, résulter eux-mêmes du métamorphisme de sédiments anciens, mais de sédiments primaires.

En Attique, les terrains crétacés, disloqués et érodés, laissent apparaître trois zones de terrains primaires (*krystalline Grundgebirge*), sur lesquels ils reposent en discordance : celles du Pentélique, de l'Hymette et du Laurium. Le nom des schistes de Kæsariani vient du couvent de Kæsariani, au nord de l'Hymette.

Sans vouloir faire ici une description détaillée des terrains du Laurium, rappelons que l'on a, de haut en bas, les alternances de calcaire et de schiste C_1 , S_1 , C_2 , S_2 , C_3 , avec le premier contact entre S_1 et C_2 ; le deuxième, entre C_2 et S_2 ; le troisième, entre S_2 et C_3 . A Camaresa, on a les schistes S_2 sur une épaisseur de 80 mètres, au-dessus de la cote 96 et, à leur base, le troisième contact, qui forme là le principal champ d'exploitation : les travaux s'arrêtent, au fond du puits Serpieri, à 5 mètres au-dessous de la mer ; mais un sondage a reconnu la persistance des calcaires C_3 jusqu'à 200 mètres au-dessous de la mer. Ce calcaire devient très magnésien en profondeur, jusqu'à passer à la dolomie théorique.

Les schistes S_1 et S_2 sont ceux que M. Lepsius a appelés schistes de Kæsariani. Les calcaires C_3 sont, pour lui, le marbre inférieur (*loc. cit.*, p. 65). Le calcaire C_2 , dont l'épaisseur est très variable (10 mètres au puits Serpieri) et qui fait complètement défaut dans un puits situé à 500 mètres à l'ouest de Camaresa, est considéré comme un niveau adventif, analogue à ceux que l'on observe dans l'Hymette. C_1 est le marbre supérieur.

(*) Cet accident a été suivi souterrainement par une galerie de direction de 4 kilomètres, sans qu'on ait songé à aller voir, par une recoupe, ce qui pouvait exister au delà. Dans ces dernières années, seulement, un travers-bancs, tenté ainsi dans le sud, est allé tomber dans des schistes.

ailleurs, au contraire, très nette comme dislocation et remplie de fragments roulés.

A ces plissements, qui ont affecté le crétacé (*), se rattachent, sans doute, toute une série de cassures, soit N.N.E., soit perpendiculaires, qui découpent l'ensemble de ces terrains, mais surtout les calcaires. Ces cassures ont été suivies : d'une part, par des filons E.O., avec pendage nord, d'un granite à grain fin, sans mica blanc, mais avec quartz bipyramidé, qu'on appelle localement de l'eurite (**) et qui se rattache à un grand massif de même roche situé au nord, près de Plaka (***) ; puis, par des imprégnations métallifères à sulfures complexes et, en dernier lieu, par les eaux superficielles, qui, en altérant les gisements, ont si fortement contribué à leur allure actuelle (****).

En outre des granites, la région présente de nombreux

(*) LEPSIUS, *loc. cit.*, p. 75.

(**) Les galeries de mines suivent souvent ces eurites, qui sont plus résistantes et ont amené une métallisation au contact. Il existe, à Kamaresa, plus de 70 kilomètres de galeries, dont 35 inaccessibles ; à Plaka, 30 ou 40.

(***) Le granite de Plaka (Coll. *École des Mines*, 1681-15 à 18 ; — voir LEPSIUS, *loc. cit.*, pp. 72 et 88) est un granite à grain fin, de type légèrement microgranitique, formé d'orthose, quartz en cristaux isolés, riche en inclusions liquides et biotite abondant. Il en dérive un certain nombre de filons et d'apophyses (Coll. *École des Mines*, 1681-19 à 21) (cinq ou six dans les seuls travaux de Kamaresa) : le plus souvent des granulites à grain fin ; parfois des microgranites avec quartz bipyramidés, qui n'ont exercé aucun métamorphisme sur le marbre traversé par eux, mais ont parfois injecté les schistes. Certaines de ces apophyses, en particulier des eurites de Kamaresa, sont amphiboliques. Les analyses (voir LEPSIUS, *loc. cit.*, p. 93) y ont souvent trouvé du zinc : jusqu'à 2 p. 100 dans un échantillon frais provenant de la mine de Kamaresa, et ne contenant pas de sulfures. La même roche ne contenait pas de plomb et les apophyses semblables, en dehors de la mine, ne renfermaient ni zinc ni plomb : ce qui ne nous permet guère d'adopter l'idée de M. Lepsius (*loc. cit.*, p. 72 et 76), d'après lequel les sulfures auraient été apportés par cette eurite.

(****) Pour M. Lepsius, ces granites (d'un type déjà granulitique) seraient plus récents que les schistes crétacés d'Athènes.

massifs de gabbros, parfois à olivine, souvent serpentinisés, qui recoupent même le crétacé (*).

Les gites métallifères sont nombreux et de grande importance : du nord au sud, on distingue : la région du Dhaskalio, riche en fer et en manganèse ; puis les deux groupes de Plaka et de Kamaresa (**) qui constituent les exploitations du Laurium français (***); enfin le cap Sunium, où des minerais analogues, sur lesquels on a tenté quelques recherches, passent rapidement au-dessous du niveau de la mer, que, dans ces calcaires fissurés, il est impossible de franchir.

Les minerais sont formés de sulfures complexes de zinc, fer et plomb, B. P. G., légèrement arsenicaux.

Au Laurium proprement dit, les travaux antiques, qui ont eu un développement très considérable, avaient porté exclusivement sur les minerais altérés oxydés, d'un traitement plus facile, qu'ils ont à peu près complètement épuisés ; les anciens s'étaient attaqués surtout à des masses de galène argentifère situées principalement au contact des schistes S_2 avec le calcaire inférieur C_3 (troisième contact), et également à ce que l'on appelle le contact subordonné, ou couche Clémence, entre deux schistes S_2 de nature différente. Quand on a repris les exploitations, en 1876, on s'est, d'abord, occupé, presque exclusivement, de la calamine, qui, négligée par les anciens, formait de grands amas d'origine secondaire. Actuellement, la calamine s'épuise, et la mine redevient, avant tout, une mine

(*) Coll. *École des Mines*, 1681-12 à 14.

(**) Plaka est à 270 mètres d'altitude; Kamaresa entre 140 et 180 mètres.

(***) Le centre des mines du Laurium est Ergastiria.

On sait qu'il existe une autre Société, dite du Laurium grec, qui est une société métallurgique, à laquelle appartient, des gisements antiques. « tout ce qui a vu le jour », c'est-à-dire principalement les résidus de laveries, appelés les *ekvolades* et quelques restes de scories, que l'on retire de la mer par un dragage.

de galène argentifère : sur les deux districts de Kamaresa et de Plaka, qui divisent la concession, le premier seul produit encore environ 35.000 tonnes de calamine, tandis que la production de plomb atteint 8 à 9.000 tonnes (*).

Le gisement de profondeur, quel'on a atteint dans ces dernières années, est un gîte sulfuré formé des trois sulfures B. P. G. (**), tellement complexe que l'on trie, dans la mine, quatorze sortes de minerais et que l'une des grandes difficultés du traitement consiste dans la perfection à laquelle il serait nécessaire de porter la préparation mécanique. Par une association, qui est fréquente dans les gîtes de plomb et, spécialement, ce semble, dans les gîtes très argentifères (Sarrabus en Sardaigne, etc.), la fluorine est assez abondante (**); elle accompagne souvent des minerais à forte teneur en argent (jusqu'à 4 et 5 kilogrammes d'argent à la tonne de plomb), la richesse en argent paraissant même souvent indépendante de la teneur en galène, comme si l'argent était directement associé à la fluorine.

(*) Les minerais restants sont abondants, mais généralement pauvres. A Plaka, où l'on a les massifs les plus intacts, la teneur moyenne est de 10,50 de plomb, 11,50 de zinc, et le reste de fer, avec 700 grammes d'argent à la tonne de plomb.

On a à peu près cessé au Laurium de produire de la blende (4.200 tonnes en 1893). Signalons, dans les minerais, une proportion d'arsenic assez forte pour que le Laurium soit devenu un producteur important de cette substance : environ 1.500 tonnes de fumées arsenicales à 48 p. 100, vendues principalement aux fabriques de couleurs anglaises.

Nous avons dit, plus haut, p. 187, qu'en 1894 on avait, en outre, extrait 60.000 tonnes de minerais de manganèse à 16 ou 18 p. 100. Cette association du zinc avec le manganèse est un fait assez fréquent; on la retrouve notamment à Monteponi, en Sardaigne (*Giles métall.*, II, 403).

Un peu de cuivre apparaît généralement au voisinage des eurites.

(**) Coll. *Ecole des Mines*, 1681-38 à 40.

(***) Depuis quelques années, elle augmente très sensiblement de proportion, et l'on a cru remarquer que, dans les régions chargées de fluorures, les roches présentaient un air de sécheresse très spécial. Au sud et au sud-est notamment, il y a toute une région fluorée qui n'avait pas été touchée des anciens; la région centrale est celle des minerais sulfurés; la région nord, celle des carbonates de manganèse.

L'allure de ces minerais primitifs B. P. G s'est trouvée tellement troublée par les remises en mouvement postérieures, dont nous parlerons bientôt, qu'on n'est pas arrivé, jusqu'ici, à une explication tout à fait satisfaisante des conditions de leur dépôt.

D'après les observations faites par les ingénieurs de la mine (*), voici quels sont les principaux résultats acquis.

La minéralisation change de nature suivant les districts : au centre, dominant les sulfures ; au sud et au sud-est. les fluorures ; au nord, les minerais manganésifères.

Les sulfures, accompagnés ou non de fluorine, remplissent :

D'une part, des amas importants : 1° au *contact* des calcaires et des schistes, soit au-dessus, soit au-dessous des calcaires (2° contact exploité à Plaka ; 3° contact et contact subordonné, ou couche Clémence, à Camaresa) ;

Et, d'autre part, une série de fractures, dirigées N. 45° O., qu'on appelle fort improprement des *croiseurs*.

Les contacts ne présentent, en aucune façon, une couche continue et régulière comme pourrait l'être un gîte sédimentaire contemporain du dépôt, mais, au contraire, des remplissages, irrégulièrement épais, de zones de fracture et de brouillage ; et, depuis longtemps, on a été amené à l'hypothèse qu'ils étaient le résultat d'une ou plusieurs infiltrations postérieures, ayant circulé principalement dans les plans de joint de roches d'inégale résistance, entre les calcaires et les schistes, entre les calcaires et l'eurite, etc.

Leur épaisseur ordinaire ne dépasse guère 3 à 5 mètres, bien qu'on ait trouvé à Plaka (dont l'exploitation a été commencée seulement en 1886) des masses de sulfures compacts, malheureusement très complexes et difficiles

(*) En outre du directeur, M. Moulle, ses ingénieurs divisionnaires, MM. Peffau et Doche, ont bien voulu nous faire profiter de leurs remarques.

à séparer les uns des autres, atteignant 18 mètres de haut.

La minéralisation, plus ou moins épaisse, des contacts dépend, en somme, directement de la présence des croiseurs, ou diaclases minéralisées, qui, parfois, comme dans la région Isabelle, forment, dans le calcaire, deux groupes distincts, inclinés en sens inverse comme les faces d'un toit et donnant des intersections horizontales très multipliées : par suite, une zone de broyage très intense, sur 8 ou 10 mètres de haut.

Ces croiseurs, qu'il est impossible de considérer comme de véritables filons, car ils ne descendent jamais à plus de 15 mètres de profondeur au-dessous du calcaire marbre, peuvent être suivis, en certains points, sur plusieurs kilomètres de long et passent même parfois, sans déviation, du calcaire au schiste ; dans la région Clémence, on a exploité leur minéralisation, dans les schistes, à l'intersection de lits calcaires adventifs, où s'étaient produits des sortes de tuyaux horizontaux minéralisés, dans lesquels les anciens avaient déjà pénétré.

Le remplissage des croiseurs, variable suivant les points, est, dans la région N.E. de Kamaresa, dite Isabelle, exclusivement formé de galène riche (à 2 ou 3 kilogrammes d'argent par tonne de plomb) sans blende ; dans la région Serpieri, il comprend les trois sulfures B. P. G. ; mais là il faut remarquer que ces croiseurs ne sont minéralisés qu'à la rencontre d'autres cassures, appelées griffons, dont nous allons parler (*) : fait très singulier, qui avait fait croire autrefois, d'une façon certainement inexacte, que ces griffons représentaient les chenaux d'arrivée des émanations métallifères.

(*) C'est un fait constant dans les gîtes métallifères que l'enrichissement aux intersections de fractures, qui constituent des colonnes de moindre pression pour les eaux.

Ces *griffons* sont des fractures du calcaire, à peu près perpendiculaires aux croiseurs, c'est-à-dire N.E., qui rejettent souvent très nettement les croiseurs d'environ 1 mètre suivant la verticale et qui correspondent donc à un mouvement du sol postérieur à la minéralisation. Une remise en mouvement secondaire, que nous étudierons bientôt, y a déposé de la calamine, très visiblement apportée par en haut (car on retrouve parfois, au-dessous du remplissage, la fissure restée vide) et résultant de l'altération des blendes voisines, comme on en a la preuve, notamment, en constatant que ces griffons, chargés de calamine et d'oxyde de fer dans la région Serpieri, où les sulfures sont des B. P. G., deviennent stériles dans la région Isabelle, où il n'y a que de la galène, qui s'altère difficilement.

Sans se dissimuler que toute tentative d'explication de ces gisements complexes présente de grandes difficultés de détail, on peut supposer que le plissement postcrétacé, qui a disloqué les terrains et provoqué les venues de granite et celles de gabbro, a été suivi par des venues hydrothermales filoniennes, chargées de sulfures divers, dont l'infiltration, suivant les plans de joint et cassures de terrains, peut-être avec actions de dissolution et de substitution dans les calcaires, a produit les gisements primitifs (*).

L'altération superficielle a présenté, dans la suite, sur

(*) On a souvent l'occasion de constater de ces intrusions postérieures, assez difficiles à concevoir en détail. C'est ainsi que des couches de silex se sont formées dans le bassin parisien, longtemps après le dépôt des couches encaissantes. Dans le permien, le trias et même le lias, sur la périphérie du Plateau Central, de la silice, accompagnée de galène, barytine et fluorine, a souvent pénétré en grande abondance dans des bancs, où elle a incrusté des fossiles : ce qui est la preuve bien nette qu'elle n'y est pas contemporaine du dépôt (*Gites métall.*, II, p. 516, sur Chabrignac, Avallon, Chitry, etc.). On peut se demander si, dans un cas comme celui du Laurium, les eaux filoniennes n'ont pas, avant de déposer le minerai, commencé par élargir les fractures et creuser, dans le calcaire, de véritables grottes, qu'elles ont remplies ensuite.

ces gisements de sulfures encaissés dans des calcaires fissurés et largement perméables aux eaux oxydantes de la surface, une remarquable intensité. Les phénomènes produits ont, d'ailleurs, été ceux que nous avons déjà eu l'occasion d'étudier et de décrire ailleurs, en Silésie, en Sardaigne, etc. (*), c'est-à-dire que la blende s'est transformée en calamine, parfois très épurée de son fer et alors blanche, parfois au contraire ferrugineuse et rougeâtre ; le fer a donné de l'hématite et de la sidérose ; le plomb, moins altérable, a produit un peu de cérusite, mais est resté surtout à l'état de galène.

En même temps, il s'est développé, par réaction sur les calcaires et les dolomies, une certaine proportion de gypse, que l'on trouve surtout à la base des griffons (**) et probablement aussi du sulfate de magnésie plus soluble.

Ces divers métaux ont souvent subi un transport. C'est ainsi que, dans les griffons, s'est déposée de la calamine, venant des contacts et des croiseurs : les parois verticales, primitivement érodées et décapées par les eaux acides, ont reçu des couches concrétionnées de calamine, comme une stalagmite ; sur les parois horizontales, il y a eu, au contraire, souvent pénétration par substitution ; dans l'axe, il s'est déposé de l'oxyde de fer, ou parfois de la sidérose, et il a pu rester un vide, dont on retrouve généralement la prolongation en profondeur au-dessous du remplissage.

Ces vides des griffons, creusés par les eaux le long des diaclases du calcaire, passent souvent à de véritables grottes. Le Laurium est certainement un des points du monde où les phénomènes spéléologiques présentent, avec

(*) *Gîtes métall.*, II, p. 372 et 454.

(**) Le gypse, qui aurait dû se produire dans la substitution de la calamine au calcaire, a été, en général, redissous, comme on en a la preuve en trouvant des épigénies de gypse en calamine, auxquelles on peut comparer les épigénies de gypse en silice du bassin parisien.

les gisements métallifères, l'association la plus intime et la plus curieuse à étudier.

Les grottes, très abondantes au contact des gîtes métallifères et dont le creusement a dû être favorisé par l'acidité spéciale des eaux, ont parfois reçu des dépôts de minerais carbonatés ou sulfurés sous diverses formes.

C'est ainsi, comme nous venons de le voir, que les soit-disant *griffons*, — qui ne sont, en réalité, que des cassures, probablement postérieures à la minéralisation sulfurée, — forment souvent de grandes fentes vides, avec de vraies grottes enduites, les unes de calamine, les autres de calcite, quelques-unes de gypse, fentes dont la rencontre soudaine, dans les travaux, produit un aérage naturel et sur les parois desquelles a pu se déposer un enduit calaminair, dont on a constaté parfois la cristallisation tout à fait contemporaine.

Aux environs du puits Serpieri, on a rencontré, en 1891, à la cote 50, au chantier 65, une véritable grotte de 10 mètres de large, sur 5 à 6 mètres de profondeur, entièrement recouverte d'un enduit de calamine bleue et verte, d'où partaient, comme de grandes flèches, des cristaux de gypse qui avaient parfois 1^m,80 de long (*).

Dans les masses calaminaires des griffons, la nature de la calamine varie suivant les points : dans le centre des grandes masses calaminaires, qu'on a exploitées d'abord, on avait de belles stalactites calaminaires, tandis qu'aujourd'hui on ne fait plus, en général, que vider les poches plus minces, ou gratter les bords des grands amas, dont la calamine est en couches plus opaques et plus impures.

Parfois, dans les parties hautes des griffons, on a trouvé des éponges d'oxyde de fer sur lesquelles s'étaient dépo-

(*) Nous avons rapporté, pour l'École des Mines, quelques-uns de ces grands cristaux de gypse, donnés par M. Moule : *Coll.* 1681-290 à 293.

sées, comme sur une sorte de filtre, des perles d'adamine (*).

Quant aux fractures antérieures à la minéralisation et remplies par les sulfures B. P. G., qu'on a le tort d'appeler au Laurium des *croiseurs*, elles ont souvent donné, à l'intersection des délités du calcaire, de vrais *tuyaux* horizontaux, parfois vides, ou enduits de stalactites calcaires, parfois, au contraire, remplis de minerais oxydés et brouillés, qui sembleraient donc s'être déposés là dans de véritables grottes.

A ces mêmes réactions superficielles, on peut rattacher une importante galerie de grotte de 150 mètres de long, que l'on a trouvée à Dipsilesa, avec, sur le sol, un précipité de limon manganésifère à 32 p. 100 de manganèse et 16 p. 100 de fer, recouvert par une croûte de calcite.

Dans la même région, on a rencontré, vers 1889, une grotte vide de 2^m,50 de large et 5 à 6 mètres de long, tapissée de cristaux de cérusite, avec brèche osseuse à la base.

Les grottes sont, d'ailleurs, nombreuses dans ces marbres de l'Attique, en dehors même de la région métallisée, et M. Lepsius en a signalé plusieurs (**).

On peut rapprocher des gisements du Laurium des gites, que nous n'avons pas visités, mais qui, d'après les rensei-

(*) *Coll.*, 1681-274 à 277. — Comme éléments accessoires, on a trouvé, au Laurium, des sels de cuivre : chessylite avec cuivre oxydulé et aiguilles de lettsomite (sulfate de cuivre et d'alumine) (éch. 229); azurite, avec fer oxydé hydraté (230); azurite avec chrysocolle (232); sels de cuivre colorant du gypse ou de la calamine (231 et 233); lettsomite (234 à 236); arséniate et sulfate de nickel (238 et 239).

(**) *Loc. cit.*, p. 20. Sur le flanc nord du Pentélique, l'une d'elles, dans le marbre inférieur C₃, a été, depuis l'antiquité, l'objet d'un culte religieux et renferme encore une chapelle. Dans le sud de l'Hymette, le même marbre en contient une de 200 mètres de long sur 100 de large, la Vuliasmeni, où l'eau de mer pénètre par des fissures souterraines et vient former une piscine, utilisée comme bain salé par les Athéniens.

gnements que nous avons sur eux, nous semblent pouvoir être interprétés d'une façon très analogue, en invoquant également des remises en mouvement récentes : ce sont ceux de *Carthagène* (*).

Là, également, on a des alternances de bancs schisteux et calcaires, dans lesquels se sont produites, d'abord des imprégnations de sulfures B. P. G., en rapport probable avec des filons, qui, bien visibles dans les schistes, ont été étalés et éparpillés par altération dans les calcaires. C'est ainsi que l'on a eu des lentilles de blende discontinues dans les schistes inférieurs, une importante couche de silicates de fer, avec galène, intercalée au milieu de ces schistes et, au contact entre les schistes et les calcaires, un lit irrégulier de minerais de fer manganésifères reposant sur des carbonates de plomb, qui, rencontrés dans les parties superficielles, seules attaquées jusqu'ici par les travaux, représentent évidemment l'état oxydé et altéré de sulfures B. P. G., semblables à ceux du Laurium.

La remise en mouvement de ces sulfures a donné, en même temps que ces oxydes de fer et carbonates de plomb, dans le calcaire supérieur, de grands amas calaminaires suivant des diaclases et d'autres amas, dits *crestones*, formés de sidérose, avec galène plus ou moins transformée en cérusite. Aux affleurements enfin, on a trouvé des ocres avec argent natif, cet argent venant évidemment de galènes disparues.

Nous décrivons un peu plus longuement un gîte, que nous avons pu étudier par nous-même (**), celui des *Malines*, dans l'Hérault, à 11 kilomètres de Ganges.

La concession des Malines est dans une région (groupe

(*) *Gîtes métall.*, II, p. 550 à 556. La théorie, que nous exposons ici sur ces gisements, est très différente de celle qui avait été antérieurement proposée pour les expliquer.

(**) En mai 1895.

de Saint-Laurent-le-Minier), dont la minéralisation abondante a été très anciennement reconnue et où l'on a exploité une série de gisements de plomb, zinc et fer, affectant les terrains les plus divers : ce qui suffit à en montrer, contrairement à certaines théories, le caractère nettement filonien et intrusif (*).

C'est ainsi qu'à Riols, près de Saint-Pons, non loin de Ganges, la blende, en filons, recoupe les schistes métamorphiques ; à Maudesse, la calamine est dans les dolomies quartzeuses de l'infralias ; aux Avinières, dans une dolomie de la base du lias ; à Mas Rigal, dans le lias ; aux Malines, dans la dolomie bathonienne, intercalée entre les marnes liasiques et les calcaires oxfordiens, qui forment, au dessus, de beaux escarpements.

Ces gisements, qui partagent, avec la plupart des amas calaminaires de tous les pays, ce caractère commun d'être compris, non dans des calcaires proprement dits, mais dans des dolomies (**), semblent en relation avec un groupe de filons, ou, tout au moins, de fractures minéralisées, dont le remplissage, aux affleurements, est principalement barytique.

Ce groupe de filons s'étend assez loin : au Mas de Beaugis, la calamine cloisonnée englobe des blocs de barytine ; à Mas-la-Combe, un filon complexe renferme, avec de la barytine et du quartz, des minerais de zinc et de cuivre ; près des Malines mêmes, à l'ouest, vers Mon-

(*) Cf. *Gîtes métallifères*, II, p. 429 à 436. Parmi les plus importants, l'amas des Avinières, qui a été exploité à ciel ouvert par la Société des Zincs français, a produit environ 120.000 tonnes de calamine ; les deux Jumeaux, au nord de Ganges, ont donné, quelque temps, de bons résultats ; Maudesse a été repris plusieurs fois, etc.

(**) Peut-être, parce que le carbonate de magnésie a, suivant une hypothèse de M. Dieulafait, chimiquement facilité la précipitation, ou la substitution du carbonate de zinc. Une dolomie des Malines, considérée comme stérile, nous a donné à l'analyse : chaux, 29,60 ; magnésie, 19,60 ; perte par calcination, 48,40 ; argile, 0,60 ; peroxyde de fer, 0,80 ; zinc, 0,80.

tardier, on voit, suivant une grande faille, qui, au nord-fait buter le trias contre le bathonien et limite nettement les gîtes, plusieurs filons barytiques parallèles E.O., avec mouches de cuivre, de 1 mètre et plus d'épaisseur, appelés le filon Castelnau. 200 mètres plus à l'est, des veines perpendiculaires, c'est-à-dire N.S., également remplies de barytine avec galène et blende, semblent des ramifications latérales du même filon.

Les imprégnations calaminaires, que l'on peut supposer en relation d'origine avec ces filons de Castelnau, sont strictement limitées à une couche de dolomie bathonienne, cariée, caverneuse, poreuse, souvent friable, comme un sable, quand elle est stérile, et qui, au contraire, quand les sels de zinc s'y sont substitués aux sels calcaires, a pris un aspect compact, déjà caractéristique par lui-même avant toute analyse. L'oxfordien, au dessus, et les marnes liasiques, au dessous, sont restés absolument indemnes.

Dans cette dolomie bathonienne, la minéralisation primitive et profonde paraît avoir pris la forme ordinaire des sulfures B. P. G, avec grande prédominance ici de la blende sur la galène et la pyrite, très rares. Mais, postérieurement, il s'est produit, dans ces calcaires friables et disloqués, une circulation d'eau intense, dont on peut se faire une idée en visitant la mine, quelques heures après un orage, et la voyant envahie par les eaux. Cette pénétration d'eau, chargée d'oxygène et d'acide carbonique, a produit là tous les phénomènes ordinaires de grottes, d'abîmes, galeries souterraines, etc., que M. Martel a si bien étudiés dans les Causses, mais, probablement, poussés ici à leur paroxysme par la présence des sulfures donnant des sulfates acides et accompagnés de reprécipitation des carbonates métalliques, et il en est résulté des phénomènes de remise en mouvement, très analogues à ceux que nous avons pu examiner au Laurium, en Silésie ou en Sar-

daigne, c'est-à-dire : des amas calaminaires, pouvant ne pas affleurer au jour^(*), parfois contigus à des grottes, ou redéposés, dans les cavités mêmes, par un phénomène secondaire : un peu de carbonate de plomb et, accessoirement, de l'oxyde de fer, qui est en quantités insignifiantes aux Malines, mais qui, dans le gîte voisin des Avinières, a été assez abondant pour motiver la construction d'un haut-fourneau.

Par suite de circonstances complexes, assez difficiles à expliquer dans chaque cas particulier, mais dont les conséquences générales s'observent dans tous les gisements de ce genre, l'altération a été très variable d'un point à l'autre, et on peut en constater les différences sur les deux grands amas des Malines, qui ont été successivement découverts à côté l'un de l'autre, à 200 mètres au-dessus du niveau hydrostatique.

Au nord, l'amas Henri, plus récemment reconnu en 1892, est resté, en grande partie, à l'état de blende massive, noire ou brunâtre, dans sa moitié ouest, tandis qu'au nord-ouest, on a de la calamine plombeuse, séparée de la calamine pure par de la blende et, au sud-est, de la calamine plombeuse directement sur la calamine pure. Au sud, au contraire, l'amas de Cabrières est formé de calamines. La substitution calaminaire a, d'ailleurs, comme toujours, pénétré dans la dolomie en partant des fissures et des diaclases, gardant souvent la structure antérieure de cette dolomie et encaissant des noyaux inaltérés.

L'amas Henri, le plus grand, à 170 mètres de long sur 40 mètres de large, avec une puissance qui atteint, vers l'ouest, de 10 à 36 mètres ; l'amas de Cabrières a, en

(*) L'amas Henri, trouvé en 1892, à quelques mètres de la surface, n'affleurerait pourtant pas : c'est, par suite, un peu au hasard, qu'on découvre ces gisements.

plan, 50 mètres sur 100, avec 13 mètres de puissance maxima (*).

Dans l'amas de Cabrières, qui forme lui-même, au milieu de la dolomie bathonienne horizontale, une lentille irrégulière, on a, généralement : à la base, de la calamine blanche, recouverte par de la blende plombreuse, qu'un léger filet d'argile en sépare; puis de la calamine plombreuse avec cérusite et, à la partie supérieure, des terres rouges zincifères.

C'est assez l'équivalent des coupes de gisements silésiens, que nous avons données ailleurs (**), et où l'on a également, à la base, sur les calcaires corrodés du mur, de la calamine blanche, surmontée par de la calamine rouge plus ou moins mélangée de galène et par des minerais oxydés de fer.

La calamine plombreuse des Malines peut tenir, après calcination, 55 p. 100 de zinc contre 13 de plomb.

Quant aux argiles rouges (résidu évident de la dissolution chimique des dolomies), qui jouent un rôle important dans l'industrie des Malines (***), elles sont généralement peu ferrugineuses (10 à 12 p. 100 de fer), le fer étant rare dans le gisement profond sulfuré, mais assez fortement chargées de zinc; la galène y fait des mouchetures ou des zonages noirs, et l'on y retrouve des débris de dolomie intacte, ayant résisté à la dissolution (****).

Parfois ces terres rouges ont subi une lévigation, qui,

(*) En 1894, 500 ouvriers ont extrait 35.000 tonnes de minerais marchand, dont 20.000 tonnes de blende.

(**) *Gîtes métallifères*, II, p. 454.

(***) Après débouillage au trommel classeur, elles passent aux cribles à secousse et à des tables tournantes; mais on a des difficultés, en raison de la légèreté des ocres rouges, qui entraînent des parcelles de ces minerais et de l'inconstance de ces minerais, irrégulièrement décomposés et mélangés de carbonates.

(****) La teneur en argent des argiles provenant des galènes décomposées atteint souvent 150 grammes à la tonne.

par une véritable préparation mécanique, a séparé des couches d'ocre rouge légères et non métallifères des couches zincifères plus denses.

Ailleurs, on a toute une série de phénomènes analogues à ceux que l'on observe dans les grottes : par exemple, des couloirs souterrains, creusés dans le calcaire et qu'un bourrage de terre rouge, appliqué contre les parois, a entièrement remplis. Ou bien, l'on observe des grottes encore ouvertes, dont l'approche est signalée par des soufflards, parfois très violents, d'acide carbonique (résidu du dépôt des bicarbonates).

Dans ces grottes, on peut remarquer les deux modes et, en même temps, les deux phases de dépôt calaminaire, que nous avons précédemment envisagées d'une façon générale et théorique.

La majeure partie de la calamine est un produit de substitution et de pénétration par porosité dans les calcaires, antérieur au creusement de ces grottes, — qui peuvent, d'ailleurs, tout aussi bien exister dans une partie stérile que dans une partie métallisée et y ont été produites également par l'action dissolvante des eaux, soit pendant, soit après la transformation des sulfures en carbonates —.

Mais, quand ces eaux sont venues ainsi creuser un vide dans un calcaire déjà zincifère, les éboulis tombés du plafond (comme on en voit dans toutes les grottes) (*) ont été des masses calaminaires (dont on retrouve encore souvent le prolongement, resté adhérent à la voûte), et ces blocs calaminaires, plus ou moins plumbeux, ainsi accu-

(*) On a la preuve que la grotte est postérieure à la transformation calaminaire, par la façon dont la calamine, dans les parois, passe progressivement au calcaire. Quand la calamine est arrivée, après coup, en dissolution, dans un vide préexistant, elle s'y est, au contraire, déposée nettement sur une paroi lisse, parfois même déjà enduite de stalactite calcaire.

mulés sur le sol, y ont été mélangés des produits ordinaires de la dissolution des calcaires, c'est-à-dire de terres rouges, remarquables ici par leur forte teneur en zinc.

Ailleurs, on observe que, par une remise en mouvement de la calamine, qui est une réaction encore postérieure à la transformation du sulfure en carbonate, et même au creusement des premières grottes, des croûtes, ou de petites stalactites de cette calamine, ont pu se déposer sur des fissures préexistantes, parfois avec accompagnement de gypse et d'anglésite.

Évidemment, tous ces phénomènes, de transformation du sulfure de zinc en carbonate, de creusement des grottes par dissolution du calcaire avec résidu d'argile rouge, de remise en mouvement des calamines ayant pu se redéposer en concrétions et en stalactites, de lévigation et d'épuration des minerais, forment un ensemble très complexe, produit par la circulation très prolongée des eaux.

Plomb. — Des phénomènes tout à fait analogues se présentent pour certains grands gisements de plomb argentifère, encaissés dans des calcaires et ayant pris, à la surface, par double réaction sur ces calcaires, la forme carbonatée (*).

Là encore, on observe la double influence :

D'une part, des réseaux de cassures du calcaire, particulièrement quand celles-ci se sont multipliées dans des zones de broyage formant stockwerk entre deux failles (type Eureka pour le carbonate de plomb, à rapprocher de las Cabesses pour le carbonate de manganèse);

D'autre part, des contacts de calcaires et de roches

(*) Nous en avons fait, dans notre traité des *Gîtes métallifères*, une catégorie spéciale : Gisements de plomb dans les calcaires, avec phénomènes de substitution, t. II, p. 610 à 652.

inattaquables (type Leadville, entre le calcaire et la microgranulite, à rapprocher des exemples précédents du Laurium et de Carthagène).

En même temps, des grottes, soit vides, soit remplies de minerais en dépôts secondaires, ont été souvent creusées, au contact des gisements, par la circulation des eaux superficielles, qui, à peu près en même temps, exerçaient, sur le gîte, ces actions de remise en mouvement.

Par exemple, à *Eureka* (Nevada) (*), on a exploité, dans une zone de broyage en forme de prisme triangulaire coincé entre deux failles, des amas de carbonates de plomb argentifère et aurifère, dispersés dans un calcaire dolomitique.

Ces amas, provenant de sulfures, galène, pyrite, blende, mispickel, etc., rencontrés en profondeur, présentaient, au-dessus du niveau hydrostatique : cérusite, anglésite, galène, mimétèse et wulfénite, avec du fer hydroxydé formant la masse de la gangue et une proportion relativement forte d'argent et d'or.

Par une particularité à noter, il semble bien que l'on saisisse, sur le fait, dans ce gisement, la preuve d'un phénomène qui a dû se produire assez souvent et exercer une certaine action sur les gîtes métallifères : à savoir, une variation récente du niveau hydrostatique, qui se traduit par une légère prolongation des minerais oxydés, un peu au-dessous de ce niveau actuel.

On a observé, fréquemment, à *Eureka*, à la partie supérieure d'un grand amas de carbonate de plomb, une cavité ouverte, renfermant un lit de sable et de galets au-dessus de minerais remaniés et ayant subi une véritable sédimentation ; c'est seulement un peu plus bas que l'on retrouve des minerais inaltérés. D'autre part, les sels de

(*) *Gîtes métall.*, II, p. 626 à 637. La figure 319, p. 628, montre bien l'arrêt des travaux au niveau hydrostatique. — Cf. KEMP, *Ore deposits*, p. 196.

plomb ont visiblement pénétré par substitution dans le calcaire, dont ils conservent souvent la structure.

On a donc là, exactement comme aux Malines, des gites antérieurs à un creusement de grottes, qui, produit par la circulation des eaux souterraines, a accompagné leur remise en mouvement.

A *Leadville* (Colorado) (*), à environ 3.000 mètres d'altitude, les carbonates de plomb argentifères et aurifères, accompagnés d'hématite, se trouvent, en général, sous des microgranulites, qui forment un toit continu et homogène, dans des calcaires irrégulièrement corrodés et entamés par les eaux, dont les cassures élargies présentent des cavités analogues aux griffons du Laurium. Outre le carbonate de plomb et la galène, les minerais y renferment de l'anglésite, de la pyromorphite, du sulfate de fer, des chlorures, chlorobromures, etc., d'argent, des silicates de fer et de manganèse, de la barytine, de la strontianite, etc.

Là encore, on a affaire à la remise en mouvement, par des eaux superficielles, de gites sulfurés, retrouvés en profondeur, et l'on peut supposer que les eaux filoniennes, par lesquelles ceux-ci avaient été déposés, avaient dû déjà choisir, comme chenal d'intrusion, le plan de plus facile pénétration situé au contact des deux terrains d'inégale résistance.

En Asie-Mineure, M. Brisse a étudié, à *Bulgar Dagh*, à environ 60 kilomètres au nord de Tarsous et de Mersina, sur le flanc nord du Taurus Cilicien, des gisements considérables de plomb carbonaté argentifère et aurifère, qui présentent, avec ceux de Leadville, une remarquable analogie, mais en offrant un développement des phénomènes d'hydrologie souterraine et de spéléologie, modi-

(*) *Gîtes métall.*, II, p. 637 à 651. — Cf. KEMP, *Ore deposits*, p. 182; et BLOW, *Trans. of the Am. Inst. of Mining Engineers*, 1889.

fiant les gîtes métallifères, dont nous ne connaissons pas de plus curieux exemple (*).

D'après les notes inédites, que M. Brisse a bien voulu nous communiquer, en attendant la publication de son mémoire, la formation métallifère, très étendue et très considérable, de cette région, s'étend, en dehors du massif de Bulgar Dagb lui-même, entièrement perforé par les galeries de mines, sur les pentes de l'Akdagh et vers Berekesi Maden, dans l'Aladagh.

Une coupe N.S. de la région montre, sur les deux flancs du Bulgar Dagb, des terrains miocènes, oligocènes et nummulitiques, en discordance sur un anticlinal fortement disloqué de calcaires dolomitiques et de calcschistes, probablement dévoniens, reposant eux-mêmes sur des schistes à glaucophane ; des porphyres à quartz globulaire et des porphyrites percent les terrains anciens du versant nord ; des serpentines bouleversent jusqu'à l'éocène (**); enfin, au nord, la traînée volcanique du mont Argée au Kara-dagh, longe la chaîne de l'Anti-Taurus et du Taurus Cilicien, au bord du grand désert salé.

Les gisements métallifères paraissent, comme ceux de Leadville, avoir été formés principalement de couches de contact, déposées par intrusion et substitution dans les calcaires dolomitiques, le long des porphyres à quartz globulaire, qui ont l'allure de filons-couches (**); mais, postérieurement, ils ont été modifiés et déplacés par des circulations d'eau et même de rivières souterraines d'une intensité extraordinaire, rivières qui ont aujourd'hui

(*) Rappelons, à ce propos, les grottes de Mineral Point, en Wisconsin (*Gîtes métal.* II, p. 623), où du carbonate de plomb s'est restructuré sur des os d'éléphant et de chauve-souris.

(**) Il existe là des serpentines de deux âges, comme en Corse ou à l'île d'Elbe : les unes ne dépassant pas le dévonien, les autres percent l'éocène.

(***) Nous pouvons noter, en passant, la fréquence d'un semblable rapprochement entre les gisements de plomb et les porphyres à quartz globulaire, ou les microgranulites.

complètement disparu, en laissant, sur leur ancien parcours, des successions de grottes béantes, où parfois se sont stratifiées des couches de minerai, transportées mécaniquement et oxydées.

Le gisement, situé entre 2.000 et 2.400 mètres d'altitude, peut se partager en deux zones : la première, plus rapprochée de l'axe de la montagne et plus profonde, où l'altération a été moins complète, en sorte qu'on trouve du carbonate de plomb plus compact et plus chargé de galène et où, de plus, la transformation s'est faite sur place sans charriage; la seconde, extérieure et plus superficielle, qui offre de grandes grottes, où le sol présente un dépôt boueux ou sableux, comprenant des couches de carbonate de plomb, avec oxyde de fer jaunâtre, rougeâtre, verdâtre, noirâtre, etc., et des poches à parois de calcaire remplies d'éléments métallifères accumulés sans aucun ordre (*).

Là, il existe des séries de grandes salles, aux voûtes garnies de stalactites calcaires, dont le sol est formé d'une couche brune, passant en profondeur à un dépôt carbonaté important, et recouverte elle-même par une croûte transparente de carbonate de chaux.

Les observations de M. Brisse sembleraient même prouver que la plupart des rivières souterraines ont coulé là à niveau plein; car, au lieu d'offrir des stalactites, le revêtement blanc du toit des galeries est généralement formé d'aiguilles, de gerbes entrelacées, ayant l'aspect du produit d'une cristallisation opérée lentement dans un liquide au repos.

Enfin, dans le *Derbyshire*, M. Martel a décrit récemment (**) les grottes, situées dans le calcaire carbonifère

(*) La teneur moyenne du minerai est, d'après M. Brisse, après le triage très sommaire, tel qu'il s'effectue actuellement, de 20 p. 100 de plomb avec 6^{rs}. 500 d'argent et 30 à 40 grammes d'or à la tonne de plomb.

(**) *Annales des Mines*, juillet 1896.

de Peak, au voisinage de filons de galène et de fluorine, où l'on constate des exemples intéressants de remise en mouvement de la fluorine, formant parfois de véritables stalactites (Blue-John Mine).

Argent. — Pour les effets de l'altération superficielle sur les minerais d'argent, nous nous contenterons de reproduire, en quelques mots, les conclusions d'une étude que nous avons eu récemment l'occasion de consacrer à ce sujet dans un ouvrage spécial sur ce métal (*).

Près de la surface, l'argent est, dans les filons, à l'état natif, avec des chlorures, bromures, iodures, etc., associés à des oxydes de fer, de manganèse et souvent de cuivre; si la gangue est quartzeuse, elle présente un aspect carié, dû à la dissolution des inclusions sulfurées, qu'elle contenait d'abord; fréquemment, de l'argile rougeâtre ou grise y est associée; ce genre de minerais constitue les *pacos*, *cascajos* et *colorados* du Mexique, ce que l'on appelle, d'un seul mot, les *metales calidos* (métaux chauds), faciles à amalgamer, mais dont la teneur en argent est souvent assez faible par rapport au reste du gisement (5 à 600 grammes à la tonne).

Plus bas, vers 80 à 150 mètres, apparaît la zone de la *bonanza* mexicaine, où, par une sorte de phénomène de cémentation, s'est concentré l'argent, venant en partie de la superficie (souvent avec le cuivre, si celui-ci abondait dans le gisement).

L'argent est là, à l'état de sulfure Ag_2S (argyrose); le cuivre, à l'état de chalcosine, de cuivre gris (souvent argentifère lui-même) et de phillipsite; le fer manque, ou se présente à l'état oxydé; le plomb, peu abondant, est, en grande partie, à l'état de carbonate.

Cette zone, riche en argent, et qui donne parfois des

(*) *L'Argent*, 1 vol. Chez Baillières, 1896.

minerais tenant 8 ou 9 kilogrammes d'argent à la tonne, est déjà moins facile à amalgamer que la première et constitue des métaux demi-froids ou demi-chauds : *mulatos*, *negros*, *negrillos*, *pavonados*, *bronzes*, etc.

Enfin, quand on passe au-dessous du niveau hydrostatique, ce qui n'arrive guère plus bas que 4 ou 500 mètres, on trouve le remplissage complexe des minerais sulfurés, antimonieux ou arsenicaux, qui se prolongera indéfiniment plus bas, sous sa forme primitive : c'est-à-dire qu'on a, en proportions variables, suivant les gites, des galènes plus ou moins argentifères, des pyrites de fer et de cuivre, des mispickels, des blendes, etc., avec de rares minéraux d'argent.

Ce sont ces sulfures qui persistent ensuite, avec une richesse variable suivant les points, comme celle d'un gisement quelconque, mais qui ne paraît plus obéir à aucune loi générale et résulte seulement des conditions locales du dépôt.

Il va de soi, d'ailleurs, que, suivant les cas, ces diverses zones que nous venons de distinguer ont une épaisseur très variable, et que l'une ou l'autre peut s'atténuer au point de disparaître presque complètement.

Or. — Enfin, l'or est un des métaux pour lesquels l'alération superficielle a eu les effets les plus marqués et où les remises en mouvement, un peu imprévues pour un métal aussi insoluble en apparence, paraissent avoir joué le rôle, industriellement le plus important.

Les venues premières de l'or semblent en relation avec deux catégories de roches absolument distinctes : d'une part, les roches basiques de profondeur, diabases, péridotites, gabbros, etc., au voisinage desquelles l'or existe souvent, associé avec les sulfures de fer, de cuivre, etc. ; d'autre part, les roches acides, granites, granulites, trachytes, etc., qui ont parfois donné des filons d'or avec

pyrite de fer, mispickel, accessoirement fluorine, etc.

Les associations avec les roches basiques rentrent dans le groupe de ces métaux, fer, cuivre, platine, chrome, nickel, qui constituent principalement les gîtes d'inclusions et de ségrégation directe ; on peut en citer d'innombrables exemples, sans parler même des traces d'or, qui sont extrêmement fréquentes dans les amas de pyrite de fer (Tharsis, Falun, etc.), et qui, dans les chalcopyrites, deviennent souvent exploitables (*).

C'est ainsi que, dans le nouveau district de *Coolgardie*, en Australie Occidentale, sur lequel l'attention a été si bruyamment attirée depuis quelque temps, des filons aurifères, parfois d'une grande richesse locale, mais sans aucune continuité et, pour la plupart, ce semble, inexploitable (**), sont, d'après M. Gascuel, presque exclusivement concentrés dans des roches vertes (diorites et diabases), décomposées en un limon rouge à la surface. Tel est le cas pour la seule mine du district qui soit réellement en marche normale, la *Lady Loch*, où le quartz aurifère est encaissé dans la diorite (***).

Dans le contesté Franco-Brésilien, au *Carsevenne*, M. Bernard vient également de retrouver l'or, associé à du quartz manganésifère, dans des diorites avec veines de

(*) Dans le district de Trailcreek, près Rossland, en Colombie Britannique, on exploite, à la mine Le Roy, des masses de chalcopyrite aurifère, avec pyrrhotine, associées à des roches basiques. Nous avons rappelé, plus haut, les phillipsites, avec or natif, du Chili. Les chalcopyrites aurifères sont fréquentes au Tyrol, en Styrie, au Namaqualand, dans l'Arizona, etc...

(**) Comme toujours, les meilleurs gisements sont là ceux où l'or est à l'état invisible, disséminé dans la masse et les quartz à beaux cristaux d'or natif déposés dans les fissures, qu'une industrie financière très spéciale, qui a eu ses moments de prospérité, utilise dans les « broyages d'essai », donnent ensuite des résultats très médiocres.

(***) *Coll. École des Mines*, n° 1079. Il existe, en outre, dans cette région, ce qu'on appelle des *formations*, qui paraissent résulter de l'altération de schistes ou de grès, disloqués et traversés par des veines de quartz (mines Burbanks, Big Blow, United gold reefs, etc.).

granulite, formant, au milieu des gneiss et schistes à amphibolites, un ensemble tout à fait analogue à celui qui couvre de si grands espaces entre Montluçon, Limoges et Tulle, dans le Plateau Central Français (*).

On retrouve des caractères semblables en certains points de *Madagascar*, où les terres rouges légèrement aurifères du Betsileo et de divers points de la côte ouest, sur lesquels on est en train d'édifier tant d'espérances, paraissent résulter de la décomposition des diorites dans des conditions comparables à celles de la Guyane.

A ces exemples, que nous avons choisis surtout parce qu'ils sont encore inédits, nous pouvons ajouter le cas des diorites aurifères du Charterland(**), des diorites aurifères de Gympie et de Swiftcreek, dans la province de Victoria, en Australie, etc., des diorites encaissant les filons aurifères du Callao au Vénézuéla, etc...

L'or est, par contre, très fréquemment associé aux roches acides (granulites ou trachytes), comme l'étain, avec lequel il présente de très intimes analogies et une communauté de gisements très fréquente.

L'or des Blackhills du Dakota, une partie de celui de Californie et de Hongrie sont rattachés à des trachytes.

A Bérézowsk, dans l'Oural, l'or est dans des filons de

(*) Les échantillons de roches, rapportés par M. Bernard, ressemblent trait pour trait à ceux des feuilles au $\frac{1}{80.000}$ de Confolens et de Montluçon, que nous avons étudiées récemment.

En Guyane française, l'or paraît être également souvent associé à des diorites, qui se décomposent sur place pour donner le cascajo.

(**) Il ne serait pas impossible que les importantes venues aurifères du Witwatersrand eussent, elles-mêmes, une relation d'origine avec les très abondantes éruptions de diabases ophitiques et de porphyrites, qui se trouvent au voisinage et qui font partie d'une famille de roches, très ordinairement associée aux formations de sulfures métalliques (région d'Huelva, etc.).

Dans le district de Lydenburg (Transvaal), des filons d'or, parfois à forte teneur, mais très irréguliers et paraissant présenter quelque analogie avec les gisements du Black Reef, sont en rapport avec des diorites.

granulite à pyrite de fer. A Bömmelö (Norvège), l'or semble également associé à du granite.

Dans les placers de la Zeya (province de l'Amour), en Sibérie Orientale, M. Levat (*) a trouvé récemment des couches aurifères, interstratifiées dans les micaschistes, qui semblent en relation avec une venue granitique, également aurifère dans toute sa masse et présentant des sortes de stockwerks à fins réseaux de cassures ferrugineuses.

Dans un voyage antérieur en Transbaikalie, il avait également étudié, au placer Blagovietchensk, de l'or en relation avec des filons de granulite fine.

Au Chili, il existe de même, en plusieurs points, dans le granite, de l'or avec de la cassitérite, de la pyrite de cuivre et des composés de bismuth, du tellure, du sélénium, etc.

C'est dans ce groupe de gisements qu'il faut, sans doute, ranger les mispickels aurifères, si fréquents et parfois si riches en tant de pays : à Passagem, à Faria, au Brésil (avec tourmaline, bismuth et pyrrhotine, à Passagem) et même en France, à Bonnac, dans le Cantal. Ces mispickels font probablement partie de la famille des filons d'étain, dans lesquels on les trouve fréquemment.

Les venues d'or acides présentent parfois une autre association intéressante avec la fluorine : ainsi, dans le district maintenant fameux de Cripple Creek, au Colorado, où les tellurures d'or ont une gangue de fluorine.

Dans le comté de Boulder, à Magnolia, le tellurure est également associé à la fluorine.

Enfin nous sommes tenté de rattacher au même groupe les bismuths aurifères, dont un exemple curieux existe à Pilgrimsrest, au Transvaal (**), ou les stibines aurifères,

(*) *L'Or en Sibérie Orientale*. 2 vol., chez Rouveyre, 1897.

(**) Un échantillon de ce genre fait partie d'une magnifique collection de minerais d'or natif transvaaliens offerte, en mai 1897, à l'Ecole des Mines, par le Gouvernement du Transvaal et recueillie par M. Klincke, ingénieur en chef de ce Gouvernement.

telles que celles de Gravelotte, dans le Murchison Range (Transvaal) (*), et de Reefton en Nouvelle-Zélande.

Les minerais d'or de profondeur appartiennent à plusieurs types, en rapport avec les gisements que nous venons d'énumérer.

L'or, à peu près toujours associé au quartz (et à un quartz spécial, qui est seulement comparable à celui des filons stannifères), se présente, le plus souvent, dans de la pyrite de fer, parfois dans la chalcopyrite, plus rarement dans la stibine, le sulfure de bismuth (**) ou, accidentellement, dans la galène ou encore à l'état de sélénure, de tellurure, etc.

A la surface, ces sulfures divers ont subi les altérations que nous avons étudiées précédemment. Le fer et le cuivre, notamment, ont été, en grande partie, dissous et déplacés, et l'or, qu'ils contenaient, s'est, à la suite d'une remise en mouvement plus ou moins prononcée, concentré en houppes, en cristaux accumulés dans des géodes, en feuillets déposés sur des plans de joint ou des fissures. Ainsi se sont formés, dans des quartz cariés, rougis par de l'oxyde de fer et souvent avec des hématites, ces beaux échantillons d'or natif, que les prospecteurs anglais comparent à un étalage d'orfèvre (*jewelers shop*) et qui, généralement, sont, pour l'avenir du gîte, un symptôme plutôt défavorable; car ils prouvent une distribution irrégulière du métal précieux dans le filon, tandis qu'on aime à rencontrer de l'or fin, régulièrement disséminé.

(*) *Mines d'or du Transvaal*, p. 537.

(**) Nous venons de signaler au Transvaal, dans le Murchison Range et à Pilgrimsrest, des exemples intéressants de stibine ou de bismuthine, avec grains d'or natif, qui, aux affleurements, ont donné des oxydes d'antimoine ou de bismuth souvent avec fortes teneurs en or. A Falun, en Suède, dans des amas de pyrite de fer cuivreuse, il existe des concentrations locales d'or, avec un sélénio-sulfure de bismuth et de plomb. A Bleka, en Norvège, on a exploité du bismuth sulfuré avec or natif et sulfures de fer, de cuivre et de plomb.

La concentration de l'or dans les parties hautes de ses gisements et surtout son isolement à l'état natif, sous une forme plus facilement amalgamable, sont un fait très général et qui amène, en principe, un enrichissement, sinon dans la zone absolument superficielle des gites, d'où l'or a pu être entraîné pour aller former les alluvions, du moins dans les parties hautes, oxydées et altérées.

Souvent, quand l'or se trouvait dans des roches basiques, celles-ci, pour la plupart faciles à décomposer, ont donné un limon rouge superficiel, bien connu dans l'Amérique du Sud ou à Madagascar, et l'or s'y est isolé, parfois même concentré, presque sur place.

C'est ainsi que paraissent s'être formés, sans transport à distance, un certain nombre de placers.

Nous ajouterons seulement que, même dans les placers ordinaires, produits par un transport et une préparation mécanique, nous sommes porté à attribuer un certain rôle à des remises en mouvement par dissolution (*), ayant pu grossir et nourrir certains cristaux volumineux, qu'on trouve, avec leurs angles à peu près intacts, au milieu de graviers roulés.

(*) Nous n'insistons pas ici sur cette question, que nous avons eu l'occasion de traiter incidemment dans notre ouvrage sur le *Transvaal*, p. 341 à 348.

TABLE DES MATIÈRES.

	Pages.
PREMIÈRE PARTIE. — <i>Essai de classification théorique des gîtes métallifères. — Nature et importance des gîtes d'inclusions et de ségrégation</i>	128
A. — Gîtes d'inclusions	128
B. — Gîtes de ségrégation directe et de départ	138
C. — Gîtes filoniens	143
DEUXIÈME PARTIE. — <i>Rôle des phénomènes d'allération superficielle et de remise en mouvement</i>	147
TROISIÈME PARTIE. — <i>Application des idées précédentes à quelques métaux</i>	159
Métaux alcalins	160
Calcium, baryum et strontium	163
Magnésium	173
Chrome	175
Nickel	176
Fer	178
Manganèse	185
Cuivre	191
Zinc (cas du Laurium, des Malines, etc.)	196
Plomb (cas d'Eureka, Leadville, Bulgar Dagb)	216
Argent	221
Or	222

BULLETIN.

STATISTIQUE DE L'INDUSTRIE MINÉRALE DES ÉTATS-UNIS

EN 1895 (*) ET EN 1896.

	1895		1896	
	Poids	Valeur	Poids	Valeur
1^o Métaux.	tonn. métr.	francs	tonn. métr.	francs
Fer.....	9.597.449	562.716.568	8.761.097	474.372.020
Cuivre.....	175.294	210.892.434	212.203	257.599.234
Plomb.....	142.297	52.487.738	158.570	53.777.947
Zinc.....	74.261	30.784.170	70.432	31.464.454
Mercur.....	1.179	6.804.391	1.151	6.359.279
Aluminium.....	408	2.564.100	590	2.693.600
Antimoine.....	422	364.320	556	443.926
Argent (en kilogrammes).....	1.441.051*	156.717.253	1.819.208 kg	203.294.233
Or (idem).....	70.467	242.580.436	79.576	273.950.563
Platine (idem).....	4,7	11.635	6,2	14.504
Total.....		1.265.423.065		1.303.969.760
2^o Matières minérales.	tonn. métr.	francs	tonn. métr.	francs
Anthracite.....	47.080.919	415.698.377	44.321.476	456.388.235
Charbon. { Houille bitumineuse.....	124.363.917	639.978.319	124.585.909	595.340.750
Cannel coal.....	63.274	993.544	49.587	758.807
Coke.....	11.333.906	98.514.660	9.308.153	89.468.292
Asphalte.....	23.156	883.190	18.597	346.542
Calcaire asphaltique.....	5.035	86.247	2.829	45.138
Grès bitumineux.....	38.441	724.915	48.189	718.588
Gilsonite.....	1.043	178.710	1.542	282.310
Pétrole brut.....	7.215.896	246.697.049	8.364.631	295.069.049
Gaz naturel.....	"	62.160.000	"	51.800.000
Graphite cristallin.....	171	89.541	184	91.405
Graphite amorphe.....	762	24.346	520	19.943
Minerai de fer.....	16.213.808	144.931.220	14.881.400	117.979.650
Pyrites.....	109.455	1.774.600	119.666	1.542.878
Minerai de manganèse.....	173.237	1.699.594	165.126	1.756.450
Minerai d'antimoine.....	982	196.348	136	24.605
Minerai de chrome.....	1.578	86.998	713	40.274
Oxyde de cobalt.....	3	44.755	6	86.361
Bauxite.....	19.100	292.152	17.369	354.229
Monazite.....	862	590.520	8	4.532
Pierre à bâtir.....	"	141.285.198	"	144.912.442
Marne.....	221.183	3.044.752	157.480	2.167.830
Castine.....	4.798.724	9.786.377	4.380.548	8.933.557
Marbre.....	"	14.960.429	"	13.470.222
Chaux.....	5.443.164	155.400.000	5.443.164	155.400.000
Ciment.....	1.182.903	31.221.797	1.201.780	31.409.075
Pierre meulière.....	33.012	1.504.158	28.395	1.524.670
Pierres à meules.....	"	82.491	"	76.933
Pierres à aiguiser.....	"	483.309	"	544.941
A reporter.....		1.973.413.605		2.000.560.658

(*) Les chiffres de 1895, bien que déjà publiés l'an dernier (*Ann. des Mines*, 2^e vol. de 1896, p. 387-388), sont donnés de nouveau ici à raison des rectifications apportées à un certain nombre d'entre eux.

	1895		1896	
	Poids	Valeur	Poids	Valeur
	tonn. métr.	francs	tonn. métr.	francs
<i>Report.</i>		1.973.413.605		2.000.560.658
Silice, sable et quartz.....	532.018	2.865.203	731.925	5.573.876
Tripoli.....	1.617	131.934	2.199	160.724
Argile à porcelaine.....	28.041	1.338.672	26.683	1.126.914
Argile réfractaire.....	3.401.977	23.310.000	3.628.775	24.864.000
Argile commune.....	"	311.318.000	"	336.700.000
Ardoise.....	"	14.955.126	"	14.133.303
Phosphate de chaux.....	1.115.585	17.077.201	877.574	13.422.737
Gypse.....	270.863	5.046.454	210.150	3.832.158
Borax.....	6.126	3.847.963	6.921	3.951.822
Soude naturelle.....	1.724	246.050	2.722	336.700
Soude fabriquée.....	167.000	19.896.380	158.975	18.940.281
Barytine.....	18.375	512.924	19.867	453.768
Magnésite.....	1.995	76.146	1.875	69.593
Amiante.....	602	61.316	650	65.630
Talc fibreux.....	36.288	1.657.600	40.824	1.631.700
Stéatite.....	20.079	1.773.104	22.062	1.376.873
Mica.....	338	198.684	402	238.900
Feldspath.....	22.550	539.145	22.554	584.454
Spath-fluor.....	3.628	124.320	3.628	124.320
Onyx.....	"	62.160	"	124.320
Carborundum.....	102	351.204	539	1.893.870
Corindon.....	349	279.202	227	181.300
Emeri.....	1.542	616.420	1.406	562.030
Grenat.....	795	204.428	2.578	500.532
Pierres précieuses.....	"	1.295.000	"	1.036.000
Laine minérale (*).....	6.340	388.303	5.400	319.678
Couleurs minérales (vermillon, blanc de céruse, blanc de zinc, etc.).....	147.719	59.890.709	150.700	52.474.109
Alun.....	106.959	18.321.660	70.489	12.074.580
Couperose.....	12.807	361.802	10.133	272.789
Sulfate de cuivre.....	20.412	9.065.000	22.105	10.097.441
Sel raffiné.....	1.535.591	29.232.724	1.416.846	25.009.967
Sel gemme.....	277.443	4.293.981	279.181	3.687.740
Soufre.....	1.676	213.675	2.845	352.556
Brome.....	179	531.789	249	741.123
Carbure de calcium.....	"	"	3.000	932.400
Total.....		2.503.500.884		2.538.388.848

(*) Produite par les hauts-fourneaux.

<i>Résumé des valeurs.</i>	1895	1896
	Valeur en francs	Valeur en francs
1 ^o Métaux.....	1.265.423.065	1.303.969.760
2 ^o Matières minérales indiquées.....	2.503.500.884	2.538.388.848
3 ^o Substances diverses non dénommées (estimation).....	25.900.000	25.900.000
Total général.....	3.794.823.949	3.868.258.608

(Extrait de *The Mineral Industry*, vol. V.)

LOIS, DÉCRETS ET ARRÊTÉS

CONCERNANT

LES MINES, CARRIÈRES, SOURCES D'EAUX MINÉRALES,
CHEMINS DE FER EN EXPLOITATION, ETC.

Arrêté ministériel, du 1^{er} juin 1897, instituant à AUXERRE, pour le département de l'Yonne, une commission de surveillance de bateaux à vapeur en exécution de l'article 53 du décret du 9 avril 1883 () (navigation fluviale).*

Décret du Président de la République, du 6 juin 1897, modifiant l'organisation de l'OFFICE DU TRAVAIL.

Le Président de la République française,

Sur le rapport du ministre du commerce, de l'industrie, des postes et des télégraphes,

Vu la loi du 20 juillet 1891, portant création d'un office du travail, et le décret du 19 août suivant (**), relatif à l'organisation dudit office ;

Vu les décrets des 4 février 1892 (***) et 13 juin 1894 (****), modifiant cette organisation ;

Vu la loi de finances du 29 mars 1897, qui a rattaché les crédits intéressant le personnel du service central de l'office du travail au chapitre 1^{er} du budget du ministère (Personnel de l'administration centrale) ;

Le conseil d'État entendu,

Décète :

Art. 1^{er}. — Sont modifiés ainsi qu'il suit les articles 2, 3, 4, 5 et 6 du décret du 19 août 1891 :

« Art. 2. — L'office du travail se divise en service central et service extérieur.

« Le personnel du service central est soumis aux mêmes règles

(*) Volume de 1883, p. 210.

(**) Volume de 1891, p. 291 et 294.

(***) Volume de 1892, p. 29.

(****) Décret réglementant l'admission du personnel de l'administration centrale du ministère du commerce et de l'industrie, dans les services de l'office du travail.

et conditions d'organisation que le personnel de l'administration centrale du ministère du commerce et de l'industrie.

« Art. 3. — Le personnel du service extérieur de l'office du travail se compose d'enquêteurs permanents et d'enquêteurs temporaires.

« Art. 4. — Le nombre des enquêteurs permanents ne peut être supérieur à deux. Ils sont nommés par le ministre et pris parmi les enquêteurs temporaires ayant rempli des missions spéciales pendant trois ans au moins.

« Ils reçoivent un traitement de 4.000 à 8.000 francs et débutent au minimum d'appointements. Les conditions d'avancement sont réglées par arrêtés ministériels.

« Art. 5. — Les enquêteurs temporaires sont désignés par le ministre, qui fixe l'indemnité à leur attribuer et la durée de la mission spéciale qui leur est confiée.

« Art. 6. — Des fonctionnaires ou agents des diverses administrations publiques peuvent, avec l'autorisation du ministre duquel ils relèvent, être attachés à l'office du travail en qualité d'enquêteurs temporaires.

« Les allocations qu'ils reçoivent à cette occasion sont imputées sur les crédits de l'office. »

Art. 2. — Sont supprimés les alinéas 1 et 2 de l'article 8 du décret du 19 août 1891.

Art. 3. — Sont abrogés les décrets susvisés des 4 février 1892 et 13 juin 1894.

Art. 4. — Le ministre du commerce, de l'industrie, des postes et des télégraphes est chargé, etc.

Décret du Président de la République, du 21 juin 1897, complétant la nomenclature des établissements dans lesquels l'emploi des enfants, des filles mineures et des femmes est autorisé.

Le Président de la République française,

Sur le rapport du ministre du commerce, de l'industrie, des postes et des télégraphes ;

Vu l'article 13 de la loi du 2 novembre 1892 (*), ainsi conçu :

« Les femmes, filles et enfants ne peuvent être employés dans des établissements insalubres ou dangereux, où l'ouvrier est exposé à des manipulations ou à des émanations préjudiciables à

(*) Volume de 1892, p. 329.

la santé, que sous les conditions spéciales déterminées par les règlements d'administration publique pour chacune de ces catégories de travailleurs » ;

Vu le décret du 13 mai 1893 (*), portant règlement d'administration publique pour l'exécution de ladite loi ;

Vu l'avis du comité consultatif des arts et manufactures ;

Vu l'avis de la commission supérieure instituée par l'article 22 de la loi précitée ;

Le conseil d'État entendu,

Décète :

Art. 1^{er}. — La nomenclature des établissements dans lesquels l'emploi des enfants au-dessous de dix-huit ans, des filles mineures et des femmes, est autorisé sous certaines conditions, fixées par le tableau C annexé au décret du 13 mai 1893, est complétée conformément aux indications contenues dans le tableau joint au présent décret.

Art. 2. — Le ministre du commerce, de l'industrie, des postes et des télégraphes, est chargé, etc.

TABEAU ADDITIONNEL AU TABLEAU C

ANNEXÉ AU DÉCRET DU 13 MAI 1893 ET CONCERNANT LES ÉTABLISSEMENTS DANS LESQUELS L'EMPLOI DES ENFANTS AU-DESSOUS DE DIX-HUIT ANS, DES FILLES MINEURES ET DES FEMMES EST AUTORISÉ SOUS CERTAINES CONDITIONS.

ÉTABLISSEMENTS	CONDITIONS	MOTIFS
Déchets de soie (cardage des).	Les enfants au-dessous de dix-huit ans ne seront pas employés dans les ateliers où les poussières se dégagent librement.	Poussières nuisibles.

Décret du Président de la République, du 24 juin 1897, complétant la nomenclature des établissements dangereux, insalubres ou incommodes.

Le Président de la République française,

Sur le rapport du ministre du commerce, de l'industrie, des postes et des télégraphes ;

(*) Volume de 1893, p. 269.

Vu le décret du 15 octobre 1810, l'ordonnance du 14 janvier 1815 et le décret du 25 mars 1852, sur la décentralisation administrative;

Vu le décret du 3 mai 1886 (*), déterminant la nomenclature et la division en trois classes des établissements dangereux, insalubres ou incommodes;

Vu les décrets des 5 mai 1888, 15 mars 1890, 25 janvier 1892, 13 avril 1894 (**) et 6 juillet 1896 (***), qui ont complété cette nomenclature;

Vu l'avis du comité consultatif des arts et manufactures;

Le conseil d'État entendu,

(*) Volume de 1886, p. 163.

(**) Volumes de 1888, p. 205; de 1890, p. 139; de 1892, p. 12; de 1894, p. 557.

(***) Décret du 6 juillet 1896. — Ce décret a ajouté à la nomenclature des établissements dangereux, insalubres ou incommodes, les industries suivantes :

DÉSIGNATION DES INDUSTRIES		INCONVÉNIENTS	CLASS
Alcools (Dépôts d') d'un litre supérieur à 40 degrés alcométriques	En fûts de bois pour tout ou partie :	Danger d'incendie.	3°
	Approvisionnements correspondant à un stock supérieur à 150 hectolitres d'alcool absolu.		
Alcool méthylique ou méthyle du commerce (Dépôts d')	En réservoirs métalliques :	Idem.	3°
	Approvisionnement correspondant à un stock supérieur à 1.500 hectolitres d'alcool absolu.		
	En bonbonnes ou en fûts pour le tout ou partie :	Idem.	3°
	1° Approvisionnement correspondant à un stock de plus de 30 hectolitres et ne dépassant pas 150 hectolitres d'alcool méthylique pur;		
	2° Approvisionnement correspondant à un stock de plus de 150 hectolitres.	Idem.	2°
	En réservoirs métalliques :	Idem.	3°
	1° Approvisionnement correspondant à un stock de plus de 150 hectolitres et ne dépassant pas 750 hectolitres;		
	2° Approvisionnement correspondant à un stock de plus de 750 hectolitres.	Idem.	2°
Allume-feux résinés (Fabrication des).		Odeur et danger d'incendie.	2°
Cendres de varechs (Lessivage des) pour l'extraction des sels de potasse.		Emanations nuisibles.	3°
Aluminium et ses alliages (Fabrication de l') par procédés électro-métallurgiques en faisant usage de fluorures.	Quand les vapeurs fluorhydriques ne sont pas condensées.	Vapeurs nuisibles.	1 ^{re}
	Quand les vapeurs sont condensées.	Idem.	2°
Phétosine (Fabrication de la).		Odeur et danger d'incendie.	1 ^{re}

Décrète :

Art. 1^{er}. — La nomenclature des établissements dangereux, insalubres ou incommodes, contenue dans les tableaux annexés aux décrets des 3 mai 1886, 5 mai 1888, 15 mars 1890, 26 janvier 1892, 13 avril 1894 et 6 juillet 1896, est complétée conformément au tableau annexé au présent décret.

Art. 2. — Le ministre du commerce, de l'industrie, des postes et des télégraphes est chargé, etc.

ADDITION

AUX NOMENCLATURES ANNEXÉES AUX DÉCRETS DES 3 MAI 1886, 5 MAI 1888, 15 MARS 1890, 26 JANVIER 1892, 13 AVRIL 1894 ET 6 JUILLET 1896.

DÉSIGNATION DES INDUSTRIES	INCONVÉNIENTS	CLASSE
Acétylène liquide ou comprimé à plus d'une atmosphère et demie (fabrication de l').....	Odeur et danger d'explosion.	1 ^{re}
Acétylène gazeux non comprimé ou comprimé à une atmosphère et demie au plus (fabrication de l') :		
Pour l'usage public.....	Id.	1 ^{re}
Pour l'usage particulier.....	Id.	3 ^e
Carbure de calcium et carbures présentant des dangers analogues (fabriques de).....	Odeur et poussières nuisibles.	1 ^{re}
Colle de peaux et colle de pâte (fabriques de).....	Odeur des résidus.	3 ^e

Arrêté ministériel, du 29 juin 1897, prononçant la déchéance des concessionnaires des mines de cuivre, argent et autres métaux du CHAPEAU (Hautes-Alpes).

Le ministre des travaux publics,

Vu l'ordonnance du 16 janvier 1848 (*) portant institution, en faveur de MM. Jean Martin dit Teissère et Jean François Boisserane, de la concession des mines de cuivre, argent et autres métaux du Chapeau (Hautes-Alpes);

(*) *Annales des Mines*, 1^{er} volume de 1848, p. 734.

338 LOIS, DÉCRETS ET ARRÊTÉS SUR LES MINES, ETC.

L'arrêté du préfet, du 14 novembre 1896, mettant les concessionnaires en demeure de reprendre les travaux dans le délai de deux mois;

Les pièces constatant la notification, l'affichage et la publication de cet arrêté;

Le rapport des ingénieurs des mines, des 15-16 février 1897, et la lettre du préfet du 5 mars suivant;

L'avis du conseil général des mines, du 18 juin 1897;

Vu l'article 49 de la loi du 21 avril 1810, et les articles 6 et 10 de la loi du 27 avril 1838(*) ;

Arrête :

Art. 1^{er}. — Les propriétaires actuels de la concession des mines de cuivre, argent et autres métaux du Chapeau (Hautes-Alpes), sont déchus de cette concession.

Art. 2. — A l'expiration du délai de recours, fixé par l'article 6 de la loi du 27 avril 1838, il sera procédé publiquement à l'adjudication de la mine dans les formes prévues audit article.

Art. 3. — Le présent arrêté sera notifié, publié et affiché, conformément à la loi, à la diligence du préfet du département des Hautes-Alpes.

Paris, le 29 juin 1897.

TURREL.

(*) *Annales des Mines*, 2^e volume de 1838, p. 537.

JURISPRUDENCE.

CARRIÈRE ABANDONNÉE. — ABSENCE DE CLÔTURE. —
APPLICATION DE L'ARTICLE 10 DU DÉCRET-TYPE RÉGLEMENTAIRE.

*Jugement rendu, le 27 novembre 1894, par le tribunal correctionnel
de Compiègne.*

(EXTRAIT.)

Attendu qu'il résulte, d'un procès-verbal régulièrement dressé, par la gendarmerie, le 3 août 1894, la preuve que les abords d'une carrière souterraine abandonnée située sur le territoire de Moulin-sous-Touvent et dont le prévenu est propriétaire, n'était défendue par aucune clôture et qu'il existait une ouverture en forme de cheminée d'aération donnant dans les champs et dont la partie supérieure au niveau du sol n'était garantie par aucun piquet ou fossé, ce qui la rendait très dangereuse pour les personnes pouvant ignorer son existence;

Attendu qu'aux termes de l'article 10 du décret du 10 février 1892, sur l'exploitation des carrières dans le département de l'Oise, l'abord de toute carrière doit être garanti sur les points dangereux par divers moyens de clôture énoncés dans ledit article, lesquels demeurent à la charge du propriétaire qui est responsable, sauf son recours contre qui de droit;

Attendu qu'on soutiendrait en vain que la carrière appartenant au prévenu n'est point abandonnée, puisque le fermier s'en sert constamment pour remiser des récoltes et des instruments aratoires;

Attendu que, quel que soit l'usage ultérieur qui peut être affecté à une carrière, elle doit être considérée comme abandonnée, dans le sens de la loi, toutes les fois que l'extraction des pierres ou autres matériaux a cessé d'être opérée, ce qui a lieu dans la cause;

Qu'il y a donc lieu de faire au prévenu application de l'article 10 susvisé.

Par ces motifs,

Faisant application des articles 10 du décret du 10 février 1892 et 96 de la loi du 21 avril 1810, dont lecture a été donnée à l'audience;

Condamne N... à 100 francs d'amende.

CARRIÈRES. — EXPLOITATION DANS LE TERRAIN D'AUTRUI MOYENNANT REDEVANCE. — DÉFAUT DE DÉCLARATION. — RESPONSABILITÉ PÉNALE DE L'ENTREPRENEUR DES TRAVAUX.

I. — *Jugement rendu, le 22 mars 1897, par le tribunal correctionnel de Baugé.*

(EXTRAIT.)

Attendu que les deux prévenus sont poursuivis pour avoir, depuis moins de trois mois, et notamment le 4 février 1897, à la cave de la Huetterie, commune de Blou, commis la contravention de [défaut de déclaration d'exploitation d'une carrière souterraine;

Attendu que des éléments du débat il résulte que les deux prévenus ne peuvent être considérés comme de véritables exploitants de la carrière souterraine dont il s'agit;

Qu'en effet, le propriétaire de cette carrière, ouverte depuis de longues années, autorise tous ceux qui ont besoin de pierres à en faire l'extraction au fur et à mesure de leurs besoins, moyennant un prix déterminé à l'avance par bloc de pierres;

Que les prévenus H... et P... ne pouvaient donc être tenus, chaque fois qu'ils ont eu besoin d'extraire de la pierre à ladite carrière, de faire une déclaration d'exploitation, qui reste à la charge seulement de l'exploitant;

Que la contravention pour laquelle ils sont poursuivis n'existe pas;

Qu'il y a lieu, par conséquent, de les acquitter et de les renvoyer des fins de la poursuite, sans peine, amende ni dépens;

Par ces motifs, le tribunal renvoie les nommés H... et P... des fins de la prévention sans dépens.

II. — *Arrêt rendu, le 30 avril 1897, par la cour d'appel d'Angers.*

(EXTRAIT)

Considérant qu'il résulte des débats et des documents servis que le s^r Renard est propriétaire à la Huetterie, commune de Blou, de caves-carrières souterraines de tuffeau, dans lesquelles, sans s'en occuper autrement, il permet aux entrepreneurs et maîtres maçons du pays d'extraire de la pierre suivant leurs besoins, moyennant une redevance tréfoncière convenue à l'avance ;

Considérant que, dans ces conditions, les véritables exploitants sont ceux qui, juges des quantités qui leur sont nécessaires, vont, quand il leur plaît, extraire de la pierre à leurs frais, risques et périls ;

Considérant que d'un procès-verbal régulier, dressé le 6 février 1897, par le commis des mines chargé de la surveillance des carrières du département de Maine-et-Loire, et des aveux des inculpés, il résulte que P... et H... ont été trouvés, le 4 du même mois, extrayant, chacun dans un chantier différent, de la pierre dans ladite carrière souterraine de la Huetterie, et ce, sans avoir fait la déclaration préalable prescrite par l'article 2 du décret du 27 janvier 1896 ;

Considérant que ces faits constituent l'infraction prévue et punie par l'article 96 de la loi du 21 avril 1810 ;

Mais, considérant qu'il est établi que chacun des deux inculpés travaillait dans un chantier différent, pour son compte personnel et sans aucun lien d'intérêt entre eux ; que, par suite l'article 55 du code pénal, n'est pas applicable ;

La cour statuant sur l'appel régulier du ministère public ;

Infirme le jugement du tribunal correctionnel de Baugé du 22 mars 1897 ;

Condamne H... à 100 francs d'amende, et P... à 100 francs d'amende.

PERSONNEL.

I. — Ingénieurs.

PROMOTION.

Décret du 9 juin 1897. — **M. Nivoit**, Ingénieur en Chef de 1^{re} classe, est promu au grade d'Inspecteur général de 2^e classe, pour prendre rang à dater du 5 juin 1897.

DÉCISIONS DIVERSES.

Décision du 3 juin 1897. — **M. Janet**, Ingénieur ordinaire de 1^{re} classe, chargé du sous-arrondissement minéralogique de Versailles, est chargé, en outre, de l'intérim du sous-arrondissement minéralogique de Rouen, jusqu'à la désignation du successeur de **M. l'Ingénieur Herscher**.

Arrêté du 12 juin. — **M. Worms de Romilly**, Inspecteur général de 2^e classe, chargé de la Division minéralogique du Sud, est chargé de la Division du Sud-Ouest, en remplacement de **M. Villot**, décédé.

Arrêté du 12 juin. — **M. Nivoit**, nommé Inspecteur général de 2^e classe par décret du 9 juin, est chargé provisoirement de la Division minéralogique du Sud, en remplacement de **M. Worms de Romilly**.

Décision du 14 juin. — **M. Olry**, Ingénieur en Chef de 1^{re} classe, chargé, à la résidence de Paris, des services de l'Inspection technique et de l'Inspection de l'exploitation commerciale des chemins de fer de l'État, cesse d'être chargé de ce dernier service,

Décision du 26 juin. — I. Sont admis à la 1^{re} classe, les Élèves-Ingénieurs de 2^e classe dont les noms suivent :

**MM. Glasser,
Solente,
Anglès-Dauriac.**

**MM. Leprince-Ringuet,
Potiron de Boisfleury.**

II. Sont admis à la 2^e classe, les Élèves-Ingénieurs de 3^e classe dont les noms suivent :

**MM. Bachellery,
de Ruffi de Pöntevez-Gévaudan,
Étienne.**

II. — Contrôleurs des mines.

NOMINATION.

14 juin 1897. — **M. Chabert** (Félix), ancien Élève breveté de l'École des Maîtres-Ouvriers mineurs d'Alais, sorti en 1894 avec le N° 2, est nommé Contrôleur de 4^e classe et mis à la disposition du Ministre des Colonies, pour être employé au service des Travaux publics de Madagascar.

Il est placé dans la situation de service détaché.

III. — Commis des mines.

9 juin 1897. — **M. Maitrepierre**, Commis de 3^e classe, attaché au service du sous-arrondissement minéralogique d'Arras, passe au service du sous-arrondissement minéralogique de Béthune.

9 juin. — **M. Caquil**, Commis de 3^e classe, attaché au service du sous-arrondissement minéralogique de Béthune, passe au service du sous-arrondissement minéralogique d'Arras.

ÉCOLE NATIONALE SUPÉRIEURE DES MINES.

Par décision du Ministre des Travaux publics, en date du 26 juin 1897, le Diplôme supérieur d'Ingénieur civil des Mines est accordé aux Élèves externes et étrangers sortant de l'École Nationale supérieure des Mines dont les noms suivent :

I. — ÉLÈVES FRANÇAIS.

MM. Faure, de Loisy, Jossel, Pélabon, Delorthe, Despaigne, Leharle, Brière.	MM. Westercamp, Girollet, Frochot, Rottenfus, Puech, Mayaud, Ollivier, de Longeaux.	MM. Coupeau, Grandel, Marc, de Cacqueray, Vignié, Pellissier-Tanon, Frois.
--	--	--

II. — ÉLÈVES ÉTRANGERS.

MM. Ghika, Vilter.	MM. Rahmau-Bey, Vogelsang.	MM. Hanoutz, Fourous.
-----------------------	-------------------------------	--------------------------

CARTE GÉOLOGIQUE DÉTAILLÉE DE LA FRANCE.

Arrêté du 21 juin 1897. — M. Roussel, Collaborateur auxiliaire au service de la Carte géologique détaillée de la France, a été nommé Collaborateur adjoint.

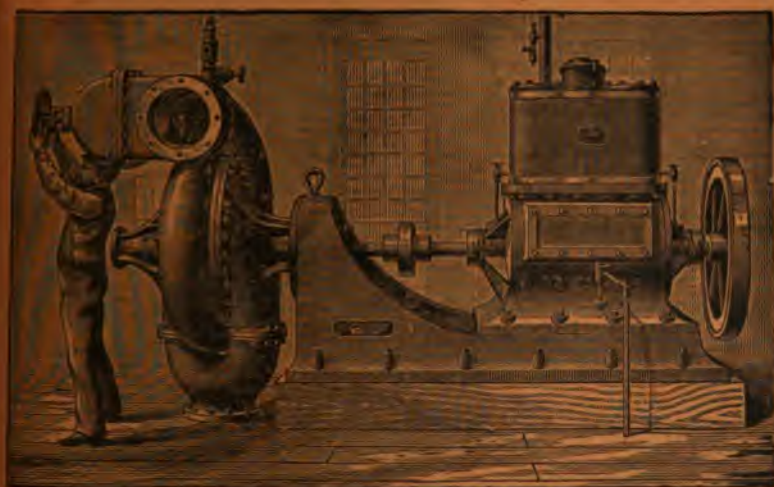
Sont nommés Collaborateurs auxiliaires au même service :

- MM. **Leclère**, Ingénieur ordinaire des Mines, à Marseille ;
Doucieux, Préparateur-adjoint au Laboratoire de Géologie de l'Université de Lyon ;
Riche, Docteur ès sciences, chef des travaux pratiques de géologie de l'Université de Lyon.

Machine à vapeur

“ WESTINGHOUSE ”

SPÉCIALE POUR ÉCLAIRAGE ÉLECTRIQUE
POMPES ET VENTILATEURS



Moteur accouplé directement à une pompe

PIERSON

54, faubourg *Montmartre*, 54

PARIS

MAGASIN D'EXPOSITION

47, rue *Lafayette*, 47

Digitized by Google

COMPTOIR GÉOLOGIQUE ET MINÉRALOGIQUE

ALEXANDRE STUER

Fournisseur de l'État. — 40, rue des Mathurins. — PARIS

Matières premières minérales, Minerais et Minéraux de tous pays pour les Arts, les Sciences et l'Industrie.

COLLECTIONS SOIGNÉES DE MINÉRAUX ET FOSSILES POUR L'ENSEIGNEMENT ET FOURNITURES POUR UNIVERSITÉS ET MUSÉES.

Instruments spéciaux pour la récolte, la préparation, le rangement et la conservation en collection des minéraux et des fossiles

USINE DU COQ FRANÇAIS

Manufacture générale de caoutchouc souple et durci à ROUBAIX (Nord)

ÉMILE DEGRAVE

INGÉNIEUR BREVETÉ S. G. D. G.)

TÉLÉGRAPHE :

Émile DEGRAVE, Roubaix.

TÉLÉPHONE

Spécialité de Caoutchouc pour l'Industrie

NOUVEAUX SEGMENTS FLEXIBLES ANTIFRICTION (Brevetés)

*Pour garnitures de Pistons, de Pompes et de Condenseurs combinés d'acier et de caoutchouc (Composition antifriction). — Demander Tarifs*Librairie P. VICQ-DUNOD et C^{ie}, Éditeurs

49, QUAI DES GRANDS-AUGUSTINS, PARIS

VIENT DE PARAÎTRE :

ÉTUDE

SUR LES

CHEMINS DE FER FRANÇAIS

LEUR SITUATION VIS-A-VIS D'EUX-MÊMES, DU P

AT

PAR

BONNEAU

INGÉNIEUR EN CHEF DES PONTS ET CHAUS

SOUS-CHEF DE L'EXPLOITATION DES CHEMINS DE FER

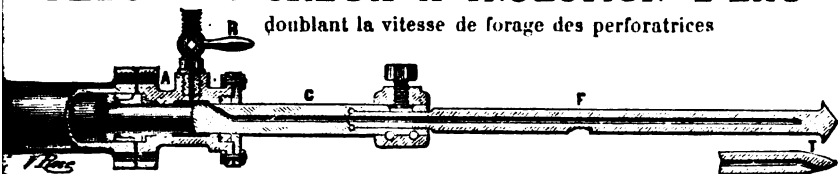
Un volume in-4°, avec tableaux graphiques en couleurs

and

C. BORNET, Ingénieur, 10, rue Saint-Ferdinand, PARIS
PERFORATRICES ROTATIVES et à PERCUSSION
 mues à bras ou par l'eau, la vapeur et l'Electricité

FLEURETS CREUX A INJECTION D'EAU

doublant la vitesse de forage des perforatrices



APPLICATION AUX MINES, CARRIÈRES ET TRAVAUX PUBLICS
 Prospectus et renseignements franco sur demande

A LOUER

COMPAGNIE FRANÇAISE

POUR L'EXPLOITATION DES PROCÉDÉS

THOMSON-HOUSTON

CAPITAL: 5.000.000 DE FRANCS

Transmission de l'Énergie à grande distance

PAR COURANTS TRIPHASÉS

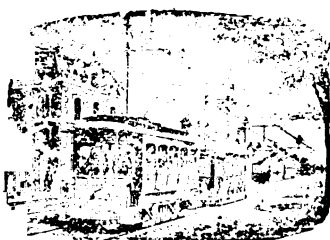
TRANSFORMATEURS DE 1.000 A 65.000 WATTS

Convertisseurs de courant triphasé en courant continu

TRACTION ÉLECTRIQUE

EN EUROPE: Le Havre. — Lyon. — Rouen. — Bordeaux. — Roubaix
 Tourcoing — Le Raincy. — Milan. — Varese. — Rome. — Porto

Bruxelles. — Belgrade. — Dublin. — Bristol. — Leeds. — Gotha. — Brème. — Hambourg. — Erfurt
 — Elbing. — Munich. — Elberfeld. — Wiesbaden



ÉCLAIRAGE A ARC

ET A INCANDESCENCE

INDUSTRIE MINIÈRE

PERFORATRICES À ROTATION et à PERCUSSION

HAVEUSES

Locomotives bases pour mines

, Rue de Londres, PARIS

En vente à la Librairie P. VICQ-DUNOD et C^{ie}, Éditeurs
49, Quai des Grands-Augustins, Paris

VIENT DE PARAÎTRE
COURS
D'EXPLOITATION DES MINES

PAR
HATON DE LA GOUPILLIÈRE

Inspecteur général des Mines,
Membre de l'Institut,
Directeur de l'Ecole nationale supérieure des mines, Président de la Commission du grisou.
Commandeur de la Légion d'honneur.

SECONDE ÉDITION
REVUE ET CONSIDÉRABLEMENT AUGMENTÉE
Avec la collaboration de **MAXIME PELLÉ**
Ingénieur au Corps des mines

Deux beaux volumes, 26 × 16 de XXII-904 et XXII-1069 pages, avec 924 figures. **70 fr.**

DIPLOME D'HONNEUR
ANVERS 1894

GRANDS PRIX
LYON 1894. — ATLANTA 1895

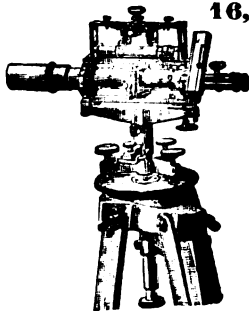
DIPLOME D'HONNEUR
AMSTERDAM 1895

A. BERTHÉLEMY

Constructeur, Breveté S. G. D. G. en France et à l'Étranger
16, RUE DAUPHINE, 16 — PARIS

PONTHUS & THERRODE (A.M.)

SUCCESEURS



CATALOGUE
GÉNÉRAL



NOUVELLE
ÉDITION



INSTRUMENTS DE MATHÉMATIQUES, OPTIQUE, GÉODÉSIE
NIVELLEMENT, TOPOGRAPHIE

FOURNISSEURS DES MINISTÈRES FRANÇAIS ET ÉTRANGERS, DE L'ÉCOLE DES PONTS ET CHAUSSÉES
DU SERVICE DU NIVELLEMENT GÉNÉRAL DE LA FRANCE
DU SERVICE GÉOGRAPHIQUE DE L'ARMÉE, DE LA VILLE DE PARIS, ETC. ETC.

INVENTIONS — INSTRUMENTS POUR LES SCIENCES

APPAREILS ET CALIBRES DE PRÉCISION

Pour Essais des CHAUX ET CEMENTS

Adoptés par la Commission internationale des essais

Digitized by Google

EXPLICATION DES PLANCHES.

AOUT.

NEANT.

CONDITIONS DE L'ABONNEMENT AUX ANNALES DES MINES

Pour Paris	20 fr. par an
Pour les Départements	24 fr. —
Pour l'Etranger	28 fr. —

Les ANNALES DES MINES paraissent tous les mois.

N. B. — On peut se procurer aux mêmes prix chacune des années parues depuis 1862 inclusivement.

ON TROUVE A LA MÊME LIBRAIRIE

LE PRATICIEN UNIVERSEL

DIRECTEUR : E. BOURDONNAY, ingénieur civil, O. A. et M., Châlons.
SECRÉTAIRE : J. LOUBAT, ancien élève de l'Ecole Nationale des Arts et Métiers d'Aix.

Journal bi-mensuel rédigé par demandes et par réponses
contenant des informations techniques et des communications diverses au point de vue de l'Industrie, des Travaux publics, des Mines, etc.

Un an, 10 fr. — Six mois, 6 fr. — Trois mois, 3 fr. 50.

Un numéro spécimen est envoyé gratuitement sur demande affranchie.

REVUE GÉNÉRALE DES CHEMINS DE FER

MÉMOIRES ET DOCUMENTS CONCERNANT L'ÉTABLISSEMENT, LA CONSTRUCTION ET L'EXPLOITATION TECHNIQUE ET COMMERCIALE DES VOIES FERRÉES

Abonnement pour Paris et la France. 25 fr. par an.
— pour l'étranger 28 fr. —

BIBLIOTHÈQUE DU CONDUCTEUR DE TRAVAUX PUBLICS

ENSEMBLE DES CONNAISSANCES INDISPENSABLES AUX CONDUCTEURS DES PONTS ET CHAUSSEES ET CONDUCTEURS MUNICIPAUX, CONTRÔLEURS DES MINES, AGENTS VOYERS, CHEFS DE SECTION, ARCHITECTES VOYERS, ENTREPRENEURS, CONDUCTEURS DE TRAVAUX, INSPECTEURS, VÉRIFICATEURS, ETC.

publiée sous les auspices de

M. le Ministre des Travaux Publics

VOLUMES PARUS :

Mathématiques	8 fr. 50	Procédure civile	8 fr.
Physique et Chimie	8 50	Charpente et couverture	10 "
Bois et Métaux	8 "	Agriculture	9 "
Droit civil	8 "	Locomotive et matériel roulant	12 "
Machines hydrauliques	10 "	Photographie	9 "
Hygiène	7 50	Architecture	15 "
Mécanique, Hydraulique, Thermodynamique	9 "	Droit administratif	9 "
Voie publique	12 "	Législation et Contrôle des appareils à vapeur	8 "
Hydraulique agricole	12 "	Génie	12 "
Organisation des services	8 "	Construction et Voie	12 50

D'autres parties sont en préparation et paraîtront de mois en mois sous forme de volumes portatifs de 350 pages environ, format in-16, élégamment reliés.

TOURS. — IMPRIMERIE DESLIS FRÈRES.

Les Éditeurs-Gérants : P. Vieu-Dexod et C^{ie}.

ANNALES DES MINES

OU

RECUEIL

DE MÉMOIRES SUR L'EXPLOITATION DES MINES

ET SUR LES SCIENCES ET LES ARTS QUI S'Y RATTACHENT

PUBLIÉES

SOUS L'AUTORISATION DU MINISTRE DES TRAVAUX PUBLICS.

NEUVIÈME SÉRIE.

TOME XII.

9^e LIVRAISON DE 1897.

PARIS

P. VICQ-DUNOD ET C^{ie}, ÉDITEURS

LIBRAIRES DES CORPS NATIONAUX DES PONTS ET CHAUSSÉES, DES MINES
ET DES TÉLÉGRAPHES

Quai des Grands-Augustins, 49

c 1897

TABLE DES MATIÈRES.

SEPTEMBRE.

PARTIE SCIENTIFIQUE ET TECHNIQUE.

	Pages.
Étude sur les gîtes minéraux de la Corse, par <i>M. Nentien</i> .	234
Théorie mathématique de la machine à vapeur. —	
Action des parois, par <i>M. J. Nadal</i> .	297

BULLETIN.

Production du cuivre brut, du zinc, de l'étain, du nickel et de l'antimoine dans le monde de 1890 à 1896.	350
---	-----

PARTIE ADMINISTRATIVE.

Juillet.

Lois, décrets et arrêtés concernant les mines, carrières, sources d'eau minérales, chemins de fer en exploitation, etc.	345
Circulaires et instructions adressées aux préfets, aux ingénieurs des mines, etc.	360
Jurisprudence.	363
Personnel.	371

GAZOGÈNE PIERSON



Le Moteur à gaz **CROSSLEY**, alimenté par le gazogène Pierson, ne consomme que **600 à 700 grammes d'anthracite** par cheval et par heure. Le gaz Pierson pour chauffage industriel revient à **un centime le mètre**.

PIERSON, 54, faubourg Montmartre, Paris

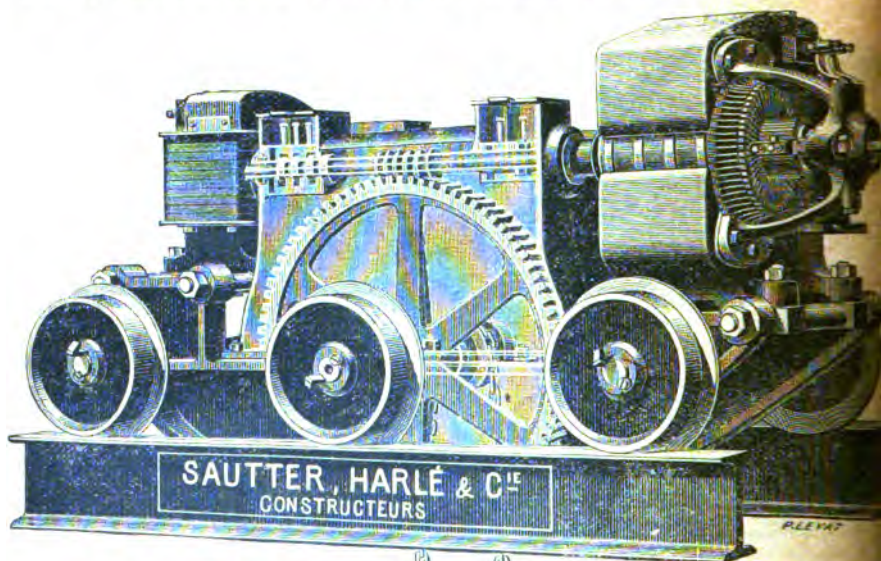
MAGASIN D'EXPOSITION : 47, RUE LAFAYETTE

TRANSMISSIONS ÉLECTRIQUES

ÉLECTROMOTEURS DE TOUTES PUISSANCE

1/2 cheval à 1.000 chevaux

APPLICATIONS DANS LES MINES ET USINES MÉTALLURGIQUES
POUR LA COMMANDE DES
POMPES, VENTILATEURS, LOCOMOTIVES, APPAREILS DE LEVAGE, ETC., ETC., ETC.



APPLICATIONS
DE LA COMMANDE ÉLECTRIQUE
AUX TRANSBORDEURS DE

150 TONNES

60 TONNES

30 TONNES

DES USINES DE SAINT CHAMOND



50 TONNES

Des établissements MARREL Frères

15 TONNES

DE M. SULFORT & FOCKEDEEN

6 TONNES

DES FORGES DE DENAIN & D'AN

TRANSFORMATIONS DE COMMANDE PAR CABLE
EN COMMANDE ÉLECTRIQUE
AUX TRANSBORDEURS

75 TONNES

DES USINES DE SAINT-CHAMOND

30

DES ACIÉL

SAUTTER, HARLÉ

PARIS — 26 Avenue de Suffren

SOCIÉTÉ GÉNÉRALE POUR LA

ABRICATION DE LA DYNAMITE

Procédés A. NOBEL

Paris, 1889 — Deux Médailles d'Or

Seule Médaille d'Or décernée en 1889 pour la Dynamite

SIÈGE SOCIAL : Place Vendôme, PARIS

USINES | à Paulilles, près Port-Vendres (Pyrénées-Orientales).
| à Ablon, près Honfleur (Calvados).

Dynamite-Gomme, pour roches très dures. — **Dynamite**, n° 1 guhr, n° 1 gelatinée
l'ammoniaque, pour roches dures. — **Dynamite**, n° 0, pour travaux sous l'eau.
Mèches, n° 2 et n° 3, pour terrains moins résistants.

Explosifs spéciaux pour charbonnages grisouteux (Décret du 1^{er} août 1890)

Grisoutine-Gomme pour travaux au rocher. — **Grisoutine B** pour travaux dans le
bon.

Mèches de mineurs. — **Capsules pour Dynamite**. — **Amorces, Câbles, Fils et Appareils**
pour sautage des mines. — **Marmites suédoises ou Seaux à dégeler la Dynamite**.

La Correspondance doit être adressée au SIÈGE SOCIAL

TÉLÉPHONE SOCIÉTÉ ANONYME TÉLÉPHONE

EXPLOSIFS ET DE PRODUITS CHIMIQUES

Capital : 2.000 000 de francs

19, rue Louis-le-Grand, 19, PARIS

USINES :

SAINT-MARTIN-DE-CRAU

(France)

LAFRANCA-in-LUNIGIANA

(Italie)



DYNAMITES,

GOMMES ET GRISOUTINES

MÈCHES

DÉTONATEURS, CABLES

FILS

ET APPAREILS ÉLECTRIQUES

Correspondance doit être adressée au Siège social, 19, rue Louis-le-Grand.

PARIS

12 MÉDAILLES D'OR
CHEVALIER DE LA LÉGION D'HONNEUR

EXPOSITION UNIVERSELLE, PARIS 1889

MATÉRIEL POUR MINES

VENTILATEURS syst. GENESTE-HERSCHER

BREVETÉ S. G. D. G.

POUR MINES, FORGES, FONDERIES, SOUFFLAGE SOUS GRILLES, ETC.

**RENDEMENT GARANTI SUPÉRIEUR A CELUI
DE N'IMPORTE QUEL APPAREIL SIMILAIRE
CONNU A CE JOUR.**

COMPRESSEURS D'AIR A SOUPAPES A INJECTION

Compresseurs d'air, syst. Burckhardt et Weiss à sec.

**APPAREILS A AIR COMPRIMÉ
PERFORATEURS ET BOSSEYEUSES
Syst. DUBOIS & FRANÇOIS. — Breveté S. G. D. G.**

HAVEUSE BLANZY

TREUILS POUR EXTRACTION ET FONÇAGE

A VAPEUR, A AIR COMPRIMÉ ET ÉLECTRIQUES

5 types différents

**MACHINES D'EXTRACTION ET TREUILS DE SECOURS
TREUILS MUS PAR TURBINES.**

**POMPES FRANÇAISES A ACTION DIRECTE
POMPES A COURROIES**

Pompes Hélico-Centrifuges. Système MAGNIEN & SALETTE

POMPES ÉLÉVATOIRES

POUR ÉPUISEMENTS DANS LES MINES, ÉLEVATION D'EAU
pour Villes et Usines, etc.

Nombreuses Références. — La machine d'épuisement fournie aux houillères de Rochelle, est comprise pour élever 100 mètres cubes à l'heure à une hauteur totale de 250 mètres d'un seul jet; son poids a dépassé 40.000 kilos.

CRIBLE GIRATOIRE SYST. COXE, B^{TÉ} S. G. D. G.

POUR HOUILLES, MINÉRAIS, ETC., ETC.

PRODUCTION CONSIDÉRABLE DANS UN APPAREIL DE DIMENSIONS RESTREINTES

CASSE-COKE — CASSE-CHARBON — CHAÎNES

**LAVOIRS, TRIAGES, CRIBLAGES, DÉSCH. J. M.
TRAINAGES MÉCANIQUES, VAGONNETS ET VOIES**

CHEVALEMENTS MÉTALLIQUES, CHARPENTES EN

Cages d'Extraction Fer ou Acier avec Parach

PALETS A ROTULES ROQUEL, ÉVITANT LE FROTTEMENT DES CABLES

**MACHINES & CHAUDIÈRES A VAPEUR
LOCOMOBILES, TRANSMISSIONS, GROSSE CHAUDIÈRE**

DEVIS ÉTUDES D'INSTALLATIONS, RENSEIGNEMENTS

CATALOGUES SUR DEMANDE

MAISON FONDÉE EN 1830

MAISON FONDÉE EN 1830

TRÉFILERIE & CORDERIE MÉCANIQUES

DE LA

COMMISSION DES ARDOISIÈRES D'ANGERS

LARIVIÈRE & C^{IE}

CH. FOUINAT

TÉLÉPHONE

170, Quai Jemmapes, PARIS

TÉLÉPHONE

CORDAGES MÉTALLIQUES RONDS & PLATS EN FER, ACIER, CUIVRE

Pour Mines, Carrières, Houillères, Plans inclinés, Cabestans, Appareils à lever,
Manœuvres courantes et dormantes de marine et de batellerie,
Commission de force motrice, Signaux, Horlogerie, Paratonnerres, Puits, Clôtures

EXPOSITION UNIVERSELLE, PARIS 1889

Membre du Jury — Hors Concours

DEUX GRANDS PRIX : ANVERS 1894

ENVOI FRANCO DE TOUTS RENSEIGNEMENTS

SOCIÉTÉ FRANÇAISE DES MÉTAUX

Société anonyme au capital de 25 millions de francs

Siège social : 10, rue Volney. — PARIS

USINES :

Deville-lès-Rouen (Seine-Inf.), Castelsarrasin (Tarn-et-Garonne), Sérifontaine (Oise),
Givet (Ardennes), Bornel (Oise), Saint-Denis (Seine) et Paris, rue Vieille-du-Temple, 76

TRÉFILERIE, LAMINAGE, ÉTIRAGE, EMBOUTISSAGE & TRÉFILERIE
de Cuivre, Laiton, Plomb, Étain, Zinc, Nickel, Maillechort, etc.

TUBES EN CUIVRE ROUGE ET LAITON SOUDÉS ET ÉTIRÉS

TUBES GRÈVES POUR HORLOGERIE, OPTIQUE ORNEMENTS D'ÉGLISES ET APPAREILS D'ÉCLAIRAGE

Tous de tous genres pour l'ébénisterie et l'ameublement. Appareils de stéarinerie et de sucrerie. Fils en
cuivre rouge, demi-rouge, laiton et maillechort. Cuivre rouge et laiton en lingots et en barres

Fabrication de monnaies en cuivre rouge, bronze, maillechort et nickel

PLAQUES EN CUIVRE ROUGE POUR FOYERS DE LOCOMOTIVES

Obturbateurs et grains de lumière pour canons. — Ceintures de projectiles

Tubulures en cuivre rouge sans soudure. Rouleaux en cuivre pour impression

APPÊTÉ EN LINGOTS ET EN FEUILLES POUR CHOCOLATIERS, PARFUMEURS ET AUTRES USAGES

Plomb en lingots, en tables et en tuyaux. Tuyaux en plomb doublés d'étain

Acier en acier étirés sans soudures, pour CHAUDIÈRES ET CONDUITES A HAUTE PRESSION

SPECIALITÉ DE TUBES MINCES, LÉGERS ET SOLIDES

Pour la fabrication des CYCLES, BICYCLETTES, TRICYCLES, ETC., ETC.

Tubes à alourons (brevets SERVE). — Enveloppes d'obus en acier

PLANCHES, PLAQUES ET FILS MAILLECHORT ET NICKEL POUR TOUTS USAGES

de cuivre et de bronze de haute conductibilité pour usages électriques

ALUMINIUM & SES ALLIAGES, EN PLANCHES, EN FILS & EN TUBES

ENTREPRISE GÉNÉRALE DE FORAGES ET SONDAGE



H. BECOT

Ingr^r civil
(A. et M.)

25, rue de la Quintinie, PARIS-VAUGIRAR

RECHERCHES D'EAU

De Mines, Pétrole, Sel, etc.

PUITS ARTÉSIENS, Puits Absorbants

PUITS D'AÉRAGE

Consolidations par injections de ciment

ÉTUDES DE TERRAINS

FORAGES A GRANDES SECTIONS CAPTAGE DE SOURCES

VENTE D'APPAREILS ET OUTILS DE SONDAGE

Pour Missions scientifiques, Entreprises coloniales, etc.

A LOUER

MAISON FONDÉE EN 1866

L. DUMONT

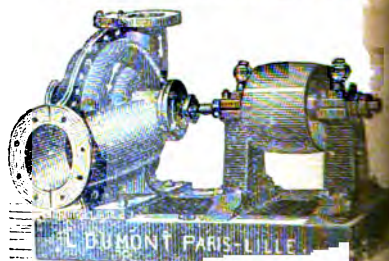
PARIS, 55, rue Sedaine

LILLE, 100, rue d'Isly

POMPES CENTRIFUGES

MÉDAILLE D'OR

EXPOSITION UNIVERSELLE 1889



APPLICABLE AUX MANUELS
ET POUR TRAVAUX

POMPES, CONJUGUÉES POUR
SUPÉRIORITÉ

8.500 APP

Envoi franco

Digitized by Google

CHAUDRONNERIE ET FUMISTERIE INDUSTRIELLES

Entreprise générale de construction et d'installation d'usines

Piquetage et nettoyage des Générateurs à forfait ou à l'entretien en abonnement à l'année

TÉLÉPHONE
402-51**M^{IN} DEROCHE**TÉLÉPHONE
402-51**PARIS — 21, rue Labois-Rouillon, 21 — PARIS**

FOURNEAUX DE GÉNÉRATEURS — MASSIFS DE MACHINES

CONSTRUCTION DE CHEMINÉES EN BRIQUES ET EN TOLE

Plans et Devis sur demande

A LOUER

Fabrique de Lampes de Sûreté en tous Gen

LANTERNES DIVERSES — DÉCOLLETAGE SUR TOUS MÉTAUX

Les plus Hautes Récompenses aux Expositions

COSSET-DUBRULLE F^{ILS}

LILLE — INGÉNIEUR-CONSTRUCTEUR — LILLE

3, rue de Toul, 3

3, rue de Toul, 3

Verres divers
CAOUTCHOUC-AMIANTE

Éclairant

EXÉCUTÉ SUR DESSINS
Fournisseur des Grandes Administrations

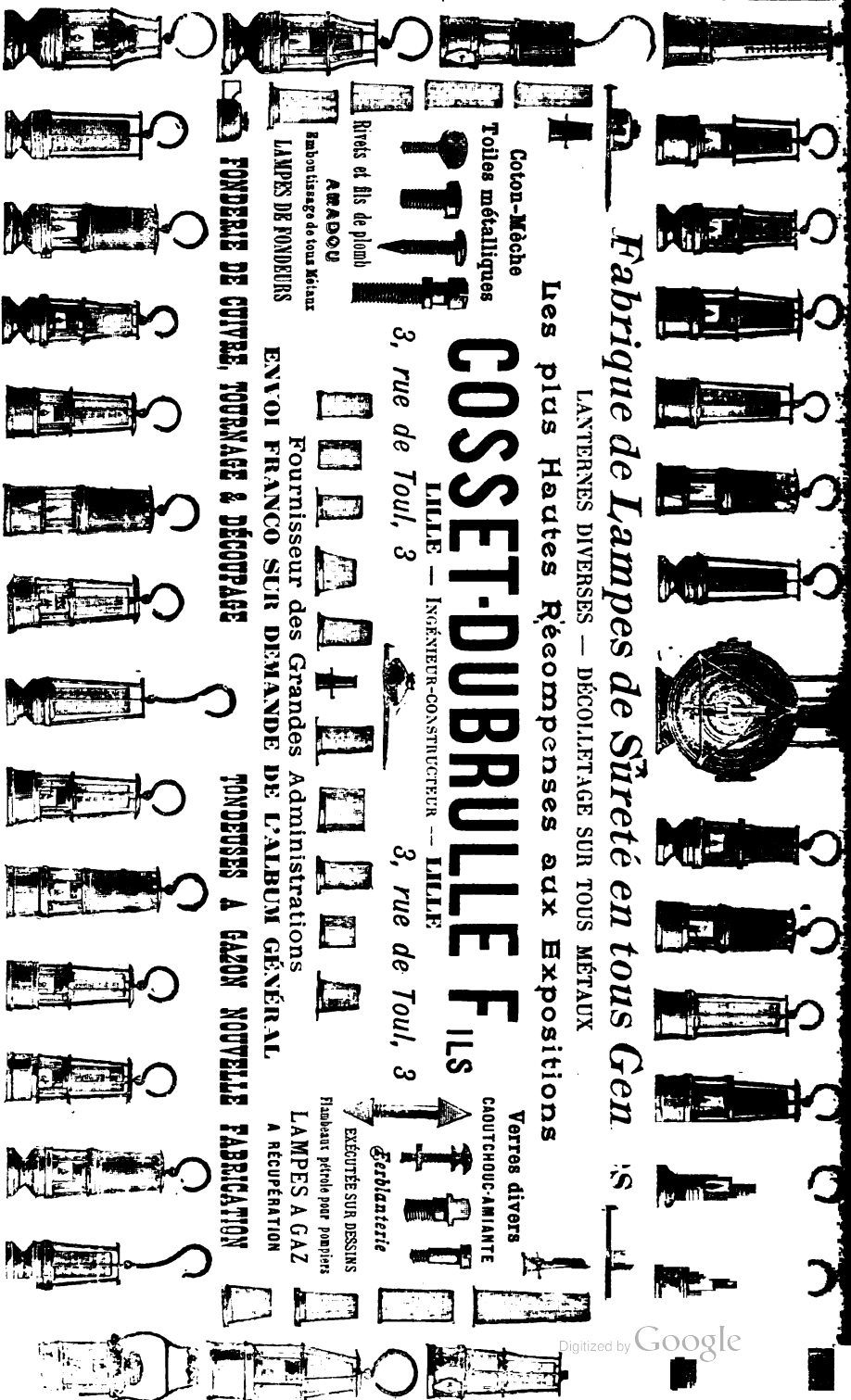
LAMPES A GAZ
A RÉGULATION

TONDEUSES A GAZON NOUVELLE FABRICATION

ENVOI FRANCO SUR DEMANDE DE L'ALBUM GÉNÉRAL

FONDERIE DE CUIVRE, TOURNAGE & DÉCOUPAGE

Rivets et fils de plomb
AMADOU
Emballage de tous Métaux
LAMPES DE FONDEURS



ÉLÉVATEURS & TRANSPORTEURS

avec *Chânes simplex*

SYSTÈME BAGSHAW

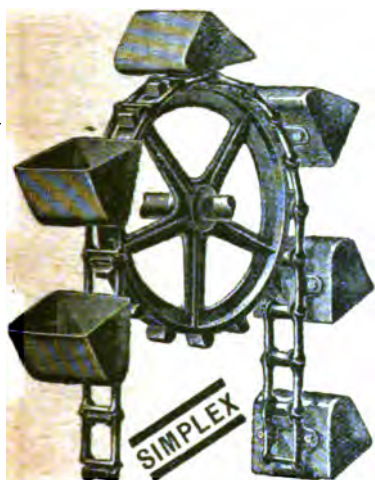
Brevetées S. G. D. G.

GOGETS TOLE D'ACIER

VIS D'ARCHIMÈDE

APPAREILS POUR DÉCHARGEMENTS
DE
BATEAUX

TRANSMISSIONS



MARQUE DÉPOSÉE

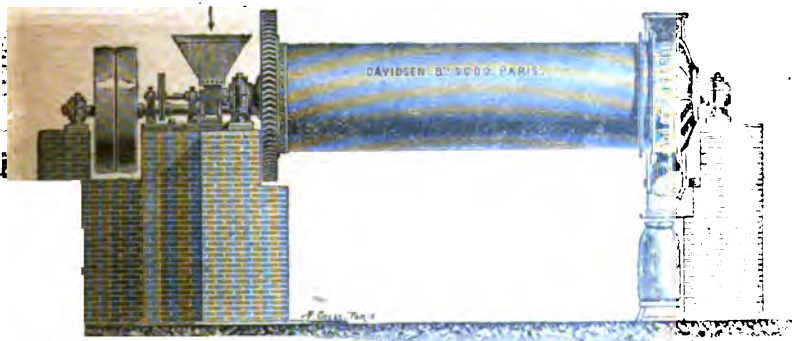
A. PIAT et ses FILS

INGÉNIEURS-CONSTRUCTEURS

PARIS. — 85, rue Saint-Maur. — PARIS

DAVIDSEN, INGÉNIEUR CONSTRUCTEUR

PARIS, 118, Rue Lafayette, 118, PARIS



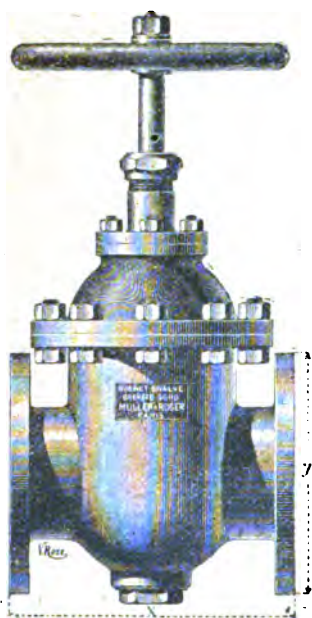
Suppression de la poussière

Suppression du blutage

FILS SPÉCIAUX

ARTZ ET MATIÈRES DURES

ANDE FINESSE et un GRAND RENDEMENT.



ANCIENNES MAISONS
BROQUIN & LAINE — THIÉBAUT & FILS — BERGÉS & FILS
LEHMANN FRÈRES

MULLER* & ROGER

108, Avenue Philippe-Auguste, PARIS

Fonderie de Bronze et de Cuivre

APPAREILS ACCESSOIRES

DES

MACHINES ET CHAUDIÈRES A VAPEUR

PURGEURS AUTOMATIQUES

INJECTEURS

Détendeurs — Graisseurs

SOUPAPES DE SURETÉ

POMPES

ROBINET BI-VALVE REVETÉ S.G.D.G.

adopté par la Marine Française

Sur demande envoi des catalogues et prix courants

A LOUER

EXPLOSIFS FAVIE

de la Société française des Poudres de

62, Rue de Provence, PARIS

EMPLAÇANT TOUS EXPLOSIFS COURANTS

Innocuité et sécurité absolues

Librairie P. VICQ-DUNOD et C^{ie}, Éditeurs
49, QUAI DES GRANDS-AUGUSTINS, PARIS

VIENT DE PARAÎTRE :

LE CARBURE DE CALCIUM ET L'ACÉTYLÈNE

LES FOURS ÉLECTRIQUES

PAR

C. DE PERRODIL
INGÉNIEUR DES ARTS ET MANUFACTURES

Préface de **Henri MOISSAN**, membre de l'Institut

Un volume grand in-16, avec 77 figures... 7 francs.

MINES ET TRAVAUX PUBLICS

MARCEL GAUPILLAT ET C^{ie}

(Maison fondée en 1891)

SIÈGE SOCIAL : 39, Rue BOURET, à PARIS

**FOURNISSEURS DU MINISTÈRE DE LA GUERRE,
DE LA VILLE DE PARIS, DE DIVERS GOUVERNEMENTS ÉTRANGERS
ET DES PRINCIPALES MINES FRANÇAISES ET ÉTRANGÈRES**

**DÉTONATEURS AU FULMINATE DE MERCURE
ET DÉTONATEURS A POUDDRE SPÉCIALE**

AMORCES ÉLECTRIQUES, Brevetées S. G. D. G. en France et à l'Étranger

NOUVEL EXPLOSEUR ÉLECTRIQUE
Système GAUPILLAT-MANET, breveté S. G. D. G.
En France et à l'Étranger

SOCIÉTÉ ANONYME
HUMBOLDT

BUREAUX : 19, Boulevard Haussmann, PARIS

MATÉRIEL DE MINE

MACHINES D'EXTRACTION

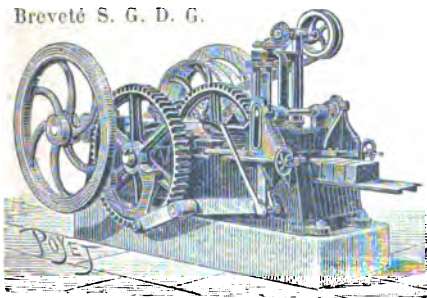
MACHINES D'ÉPUISEMENT

COMPRESSEURS D'AIR ET VENTILATEURS

PRÉPARATION MÉCANIQUE DES MINÉRAIS ET CHARBONS

MACHINE A BRIQUETTES

Breveté S. G. D. G.



Simple, Robuste et peu coûteuse

PRODUISANT A VOLONTÉ DES

BRIQUETTES PLEINES OU PERFORÉES

Pression élastique. — Cohésion 80 %.

Agglomération de minerais de fer ou de manganèse, résidus de pyrites ou autres matières à l'état pulvérisé pour en faciliter le traitement dans les hauts-fourneaux, etc., etc.

MACHINE A BOULETS

PLEINS OU PERFORÉS

250.000 BOULETS DE HOUILLE,

PLEINS OU PERFORÉS PAR JOUR

L'Agglomération sous un petit volume avec un trou central facilite la combustion des charbons maigres et la calcination des minerais.

Installation d'Usines à Briquettes produisant de 8 à 260 tonnes en 14' à des prix bien inférieurs à ceux des autres systèmes.

MACHINE A CHARBON DE PARIS et à briquettes pour chemins de fer et chauff.
BROYEURS-PULVERISATEURS, broyage par percussion, Engrais, Charbons, Minerais.
BROYEURS A MEULES, broyage et malaxage de matières quelconques.
CRIBLES ROTATIFS ou **A SECOUSSES**, classement des matières sèches.
LAVOIRS A BRAS ou **A VAPEUR**, classement par densité. Lavage des houilles.
MACHINES A BRIQUES à levier, pour terre ferme et demi-ferme, 6 à 7.000 par j.
MACHINE A AGGLOMERER à pression simultanée sur deux faces, pour ciment, sucre.
FOURS SECHERS, NORIAS, TRANSPORTEURS, CONCASSEURS, MALAXEURS, ETC., ETC.

Th. DUPUY et Fils

MECANIQUES D'OR

CONSTRUCTEURS — PARIS 4.

ÉTUDE SUR LES GITES MINÉRAUX DE LA CORSE.

Par M. NENTIEN, Ingénieur des Mines.

L'étude suivante est le résumé des observations que nous avons pu faire au cours de nombreuses tournées en Corse, exécutées dans la période s'étendant de 1887 à 1893, soit pour le Service ordinaire, soit pour celui de la Carte géologique détaillée de la France.

Nous avons publié (Service de la Carte géologique) une première étude sur les roches éruptives et les terrains cristallophylliens de cette île; les renseignements qui suivent, d'un ordre plutôt pratique, s'appliquent plus particulièrement à des faits intéressant surtout l'industrie minérale, et à ce titre ont leur place mieux marquée dans les *Annales des Mines*.

Avant de passer à la description des divers gisements que renferme la Corse, nous croyons utile de donner brièvement l'esquisse géologique de ce pays (*).

Divisions naturelles de la Corse. — La Corse se divise en deux grandes régions naturelles tout à fait distinctes, limitées par une ligne légèrement courbe allant de l'embouchure du Régino (tour de Lozari) à la marine de

(*) Voir, pour plus de détails, la notice qui sera prochainement publiée par le Service de la Carte géologique détaillée de la France, ainsi que la Carte géologique au $\frac{1}{320.000}$ déjà publiée Baudry. 1897.

Favone, au sud de Solenzara, et passant un peu à l'ouest de Corte. La région située au nord-est de cette ligne fait partie de la zone alpine, elle renferme la presque totalité des terrains sédimentaires ; celle située à l'ouest et au sud-ouest appartient, au contraire, à la zone hercynienne, elle est surtout constituée par des roches granitiques et porphyriques et ne présente qu'accidentellement des dépôts sédimentaires.

Zone alpine. — La région du nord-est (Banda di Dentro) regarde vers l'Italie, avec laquelle elle a les plus grandes analogies, les terrains dont elle est constituée se retrouvant plus ou moins développés dans les diverses îles de l'Archipel Toscan et sur le littoral de la Ligurie et de la Toscane. La plus grande partie de cette étendue est occupée par une formation très puissante, 1.500 mètres au moins, comprenant de la base au sommet des *gneiss*, des *schistes sériciteux*, des *cipolins*, et des *schistes et quartzites amphiboliques* et *glaucophaniques*, très chargés d'épidote et de chlorite, et qui sert de substratum à toutes les formations sédimentaires.

Ces schistes, qui ont été soumis à un métamorphisme intense avec abondant développement d'albite, d'épidote, de chlorite, etc., d'origine secondaire, et renferment des variétés minéralogiques intéressantes (*roches à glauco-phane*, à *riebeckite*, à *lawsonite*), s'appuient eux-mêmes du côté de l'ouest sur une large bande de *protogine* à éléments clastiques, gneissique sur ses bords par laminage, qu'il y a également lieu de rattacher à la zone alpine, et dont la venue est postérieure à la formation de ces schistes, puisqu'elle les a relevés en beaucoup d'endroits et qu'elle en empâte souvent des fragments.

L'âge du complexe des schistes, cipolins et quartzites, paraît être présilurien, encore bien qu'aucune preuve directe ne puisse en être cherchée en Corse ; c'est surtout l'analogie avec les îles voisines et plus particulière-

ment avec la Sardaigne où des terrains semblables sont recouverts en stratification discordante par des terrains siluriens fossilifères, qu'on peut invoquer à l'appui de cette opinion.

En Corse, le terrain le plus ancien en contact avec ces schistes et quartzites est constitué par un calcaire compact non fossilifère, rapporté avec doute au *carboniférien*, par analogie avec un calcaire semblable fossilifère de la côte nord-occidentale. Ce calcaire paraît recouvrir les schistes amphiboliques et peut être observé aux environs de Saint-Florent et en quelques rares points de l'arrondissement de Corte.

Un étage *permo-triasique* assez développé dans l'arrondissement de Corte, entre cette ville et Ponte-Leccia, et plus réduit aux environs de Saint-Florent, manque rarement à la base des terrains secondaires ; il consiste en schistes argileux bariolés, en grès verdâtres ou rouges, que recouvre par places un poudingue à grands éléments, visible surtout dans la vallée moyenne du Golo.

Sur ces terrains repose une formation calcaire et dolomitique toujours assez peu puissante et consistant en *cargneules* de teinte jaune ocreuse, souvent accompagnées d'argile de même couleur paraissant provenir de leur altération superficielle ; en *calcaires dolomitiques* cloisonnés ; enfin en calcaires plus compacts. Les parties inférieure et moyenne de la formation renferment en un ou deux endroits des lentilles de gypse, elles ressemblent de tous points aux cargneules gypseuses constituant la partie supérieure du trias des Alpes-Maritimes (environs de Guillaume, de Saint-Sauveur, de Sospel, de Breil, etc.) et doivent être considérées comme faisant partie de cet étage.

Quant au calcaire compact non fossilifère qui couronne la formation et dont l'épaisseur atteint au maximum 58 mètres, il a été rapporté avec doute à l'*infralias*.

Les terrains jurassiques et crétacés font entièrement défaut en Corse ; cette île paraît donc être restée constamment émergée pendant ces deux périodes géologiques.

Un étage *éocène* très important, dont l'épaisseur est d'ailleurs difficile à fixer à cause des nombreux plissements qui l'affectent, mais qui paraît dans bien des cas supérieure à 200 mètres, recouvre le précédent. Cet éocène, qui suffirait à lui seul par sa nature à donner à cette région son faciès alpin, consiste à la base en calcaires nummulitiques moyennement développés que surmonte une formation schisto-gréseuse avec parfois empreintes de fucoïdes, en tout semblable au *Flysch alpin* des Alpes-Maritimes. Comme sur le continent, ces schistes et grès sont eux-mêmes recouverts par un poudingue quartzeux à éléments souvent assez gros et qui prend une importance de plus en plus grande au fur et à mesure que l'on s'avance vers le sud.

Cet éocène forme une bande développée le long du sillon central de l'île, entre la protogine à l'ouest et les schistes lustrés à l'est, et peut se suivre presque sans interruption, sauf entre le Tavignano et la rivière d'Abatesco, depuis l'embouchure du Régino jusqu'au sud du port de Favone. Dans cette bande centrale, il atteint en plusieurs endroits (Asinao, Venaco) une altitude supérieure à 1.800 mètres.

On retrouve ces terrains beaucoup moins développés à l'extrémité du cap Corse, près de Macinaggio ; dans le petit bassin fermé de Saint-Florent ; près de Linguizetta ; entre Favone et Conca ; enfin à la pointe de la Chiappa, près de Porto-Vecchio, qui constitue leur limite sud en Corse.

Ces terrains, surtout dans la bande centrale définie ci-dessus, ont été fortement bouleversés par d'importantes éruptions diabasiques dont il sera parlé plus loin.

L'éocène est recouvert à son tour en deux endroits, dans le bassin de Saint-Florent, et sur la côte orientale entre l'étang d'Urbino et le phare d'Alistro, par une *formation miocène* à faciès alpin également bien net, et constituée par des calcaires, des grès calcaires (*mollasse*) et des sables, très fossilifères, sauf le haut de l'étage: Un petit flot du même terrain où sont seulement représentés les deux termes inférieurs de cette série existe tout au sud de l'île et forme le petit bassin de Bonifacio. En ce point, la mollasse miocène repose directement sur le granite ou la granulite.

Enfin on observe en un seul point, près d'Aleria, un dépôt *pliocène* dont l'importance est tout à fait secondaire.

Des *dépôts glaciaires* avec, localement, des *brèches osseuses*, recouvrent en quelques endroits de l'intérieur et surtout du littoral, les diverses formations énumérées ci-dessus.

Enfin des *alluvions modernes* se sont déposées au voisinage de l'embouchure des principaux fleuves, en même temps que des *cordons littoraux* se formaient en avant de la plaine alluviale, retenant ainsi les eaux de l'intérieur en de nombreux étangs ou lagunes, où, par mélange avec l'eau de la mer, elles deviennent saumâtres. Sous l'action éolienne, quelques *dunes* se sont aussi esquissées en deux ou trois points du littoral (pointe de Curza; embouchure de l'Ostriconi), mais elles sont sans importance.

Les roches qui recoupent ces terrains appartiennent toutes aux types ophiolitiques et forment, dans la suite des âges, trois séries récurrentes, dont les deux extrêmes surtout présentent des analogies frappantes. Ce sont :

A la base, des roches vertes constituées par des *serpentes à diallage et à bastite*, visiblement éruptives, en relation immédiate avec des roches (*péridotites, ther-*

zolites) où l'olivine domine, et dont elles dérivent par simple altération de ce dernier minéral. Ces serpentines et les péridotites qui leur sont associées sont parfois recoupées par des filons, peu abondants d'ailleurs, de *diallagites*, de *norites albitiques* à grands éléments, qui n'ont d'autre importance que l'analogie qu'elles établissent au point de vue de la récurrence avec les roches de la série éocène.

Ces serpentines et péridotites ont recoupé les schistes lustrés et amphiboliques présiluriens, et nous croyons que leur venue au jour a suivi d'assez près la formation de ces schistes; dans tous les cas, elles ne traversent ni ne soulèvent nulle part les terrains dont le dépôt est postérieur à celui de ces schistes.

La seconde série de roches vertes est la moins complète, elle ne comporte qu'un seul terme constitué par des *euphotides* généralement plus ou moins schisteuses et fort analogues à celles des Alpes (mont Viso). Elles forment des nappes plus ou moins étendues à la surface des schistes présiluriens et des roches ophiolitiques de la première série, et ne sont nulle part recouvertes par aucune autre formation (roche ou sédiment) qui permette d'assigner à leur âge une limite supérieure. Leur analogie avec les roches similaires des Alpes Cottiennes nous porte à croire que ces euphotides sont d'âge triasique. A leur voisinage les schistes amphiboliques sont souvent imprégnés de cristaux d'albite à contours arrondis et spongieux à la façon du dipyre, dus vraisemblablement à des actions d'un métamorphisme spécial.

La troisième série comprend, comme la première, des *serpentines* et des roches associées (*diabases*, *gabbros*, *norites*), qui pour une partie au moins leur paraissent légèrement postérieures. Ces roches ont recoupé et bouleversé les assises éocènes, au moins celles de la base.

Elles présentent des variétés pétrographiques assez nombreuses résultant d'une part de la présence ou de l'absence de l'olivine, et d'autre part des conditions différentes de leur mode de gisement. A l'inverse de ce qui a lieu dans la première série, la présence de l'olivine est plutôt l'exception que la règle ; cela explique aussi sans doute pourquoi les serpentines sont beaucoup moins abondamment développées que dans la première série. Pour toutes ces roches, qu'elles renferment ou non de l'olivine, il semble qu'il y a une relation entre la nature du bisilicate, les dimensions des éléments constitutants et le mode de gisement. Ainsi, dans les variétés affectant le faciès massif ou de profondeur auxquelles appartiennent presque toutes les roches à grands éléments, le bisilicate est normalement du diallage et plus rarement un pyroxène rhombique (gabbros, norites) ; celles du type filonien sont, au contraire, des diabases franches, où le diallage est remplacé par de l'augite, en même temps que les éléments sont plus petits et la structure ophitique très développée.

Ces roches ophiolitiques éocènes sont, en Corse comme en Italie, en relation avec de nombreux *gisements cuprifères* qui en jalonnent pour ainsi dire les lignes de contact.

Zone hercynienne. — A la zone hercynienne ou plus exactement à l'apophyse que forme cette zone dans le sud-ouest de l'Europe (partie médiane de l'Espagne, Galice, Portugal) appartient la région ouest et sud-ouest de la Corse (Banda di Fuori, ou région de l'au-delà des monts, par rapport à l'Italie).

Si l'on en excepte quelques lambeaux de terrain *carbonifère*, cette région ne contient en fait que des roches des types granitiques, granulitiques et porphyriques. A part cela, que la granulite stannifère ou à mica blanc y fait absolument défaut, elle ressemble donc beaucoup au Pla-

teau central, qui, lui, fait partie de la zone hercynienne proprement dite (*).

Le *granite* et la *granulite* y sont de beaucoup les roches les plus abondantes et se partagent à peu près par moitié l'étendue figurée comme granitique sur les anciennes cartes géologiques.

Le *granite* présente de belles variétés *porphyroïdes*, il renferme souvent de l'amphibole en même temps que du mica, et en proportion souvent assez abondante pour lui mériter la dénomination de *granite à amphibole*. Dans certains cas, le quartz fait défaut en même temps que le feldspath devient presque exclusivement potassique et la roche passe à la *syénite*. L'amphibole dans ce dernier cas est fréquemment transformée en chlorite et épidote par actions secondaires.

Les variétés de granite passant à la granulite par suite d'une tendance du quartz à s'individualiser sont très abondantes et rendent souvent difficile l'attribution à l'une ou l'autre de ces roches de massifs parfois étendus.

Enfin le granite renferme fréquemment, sous forme d'*enclaves*, des roches micacées et amphiboliques, qui sont des produits de formation antérieure à sa consolidation et qui, noyés dans le magma, n'ont pas été complètement refondus.

(*) Voir à ce sujet l'étude d'ensemble faite par M. M. Bertrand : *Sur la distribution géographique des roches éruptives en Europe* (Bull. Soc. géolog. Fr., 3^e série, t. XVI, 1888).

Les courbes figurées sur les cartes à très petite échelle jointes à cette étude devraient être, selon nous, légèrement retouchées en ce qui concerne la Corse et la Sardaigne : d'une part, en effet, l'apophyse hercynienne ne s'étend pas sur toute la Corse, et le tiers du nord-est est à rapporter sûrement à la zone alpine ; d'autre part, tandis qu'en Corse ces deux zones sont nettement distinctes, en Sardaigne elles chevauchent l'une sur l'autre sur presque toute l'étendue de l'île, la partie granitique de l'est qui fait suite à celle de l'ouest de la Corse étant à rapporter à la zone hercynienne, tandis que les formations tertiaires et les roches volcaniques d'Alghero, du Monte-Ferru, du golfe d'Orosel, d'Oristano, des îles Santo-Pietro et Sant'Antioco, font partie de la zone alpine.

Nous n'avons d'ailleurs aucune notion exacte sur l'âge du granite, ou plutôt sur les différents âges, car il est probable que toute la masse granitique ne correspond pas à une seule et même venue (*).

La *granulite* paraît partout postérieure au granite, bien que son âge reste aussi pour nous indéterminé. Il ne semble d'ailleurs pas qu'il y ait en Corse, la protogine mise à part, de granulite plus récente que la fin du dévonien. On ne la voit dans tous les cas nulle part affecter les rares couches carbonifères de la région du sud-ouest.

Au point de vue purement pétrographique, la granulite de Corse présente quelques variétés intéressantes, notamment les *variétés sodiques à anorthose, riebeckite et ægyrine*, où les minéraux rares sont fréquents (astrophyllite, zircon, fluorine, etc.). Ces roches, rares partout ailleurs, sont relativement abondantes en Corse, notamment dans le nord-ouest, aussi bien sous le type massif que sous le faciès filonien (aplite).

Les *granulites du type stannifère*, soit à mica blanc et tourmaline, sont à peu près inconnues en Corse.

Le type *aplitique* existe un peu partout et forme des filons minces indifféremment dans le granite et dans la granulite normale, il correspond donc à une venue postérieure à la granulite massive.

La série des *microgranulites* et des *porphyres* est bien représentée en Corse, et toutes les variétés, sauf peut-être celle du porphyre quartzifère (type permien de l'Esterel), s'y trouvent en abondance sous les formes filoniennes et

(*) Nous ne disons pas venue *au jour*, parce que, pour cette roche, comme d'ailleurs pour une bonne partie de la granulite massive, il paraît probable que la consolidation a eu lieu en profondeur et que ces roches n'ont affleuré à la surface qu'à la suite de soulèvements postérieurs suivis de dénudations considérables des terrains formant à ce moment la croûte superficielle. Par contre, la granulite en filons (aplite) paraît être réellement venue au jour de même que les microgranulites et les porphyres, dont un certain nombre se sont visiblement épanchés en nappes plus ou moins puissantes.

d'épanchement. Ces diverses roches, qui correspondent sans doute à plusieurs venues distinctes, sont toutes, en effet, probablement antérieures au Permien.

Les *microgranulites franches* sont localisées dans les massifs granitiques et granulitiques et paraissent les plus anciennes; nous ne les connaissons nulle part recoupant le carbonifère. Il n'en est plus de même des variétés *micropegmatoides*, des *micropegmatites globulaires*, des *pyromérides*, des *porphyres pétrosiliceux rubanés*, roches entre lesquelles on trouve tous les passages et qui, ayant à très peu près la même composition chimique, ne diffèrent plus guère entre elles que par les conditions variables dans lesquelles a eu lieu leur apparition au jour, et notamment la vitesse plus ou moins grande du refroidissement de leurs coulées et de leurs filons.

Tous ces derniers types à partir des microgranulites globulaires ont nettement recoupé le carbonifère où elles forment des filons et qu'elles recouvrent en coulées souvent importantes. Il existe même au milieu d'elles, accessoirement il est vrai, des roches qui paraissent voisines des *orthophyres* du Culm.

La région de Corse où ces roches sont plus particulièrement localisées est le nord-ouest, soit la partie comprise au nord du golfe de Porto. Elles s'élèvent jusqu'à une très grande hauteur, puisqu'elles forment la presque totalité de la masse des cimes culminantes (Monte-Cinto, Monte-Padro, Paglia-Orba) (*).

Les dernières venues de porphyre pétrosiliceux paraissent avoir alterné avec des éruptions plus basiques de *porphyrites augitiques et amphiboliques* et s'être terminées par la venue de roches de plus en plus basiques

(*) Il n'est pas inutile de rappeler ici que les autres cimes culminantes de l'île, le Monte-Rotondo, le Monte-d'Oro, les montagnes de Ghisoni et de Verde, sont d'une tout autre venue (protogine) et appartiennent à la zone alpine des plissements.

et passant à de véritables *diabases*. Ces roches ne nous sont connues que sous la forme filonienne, mais les filons en sont nombreux dans toute l'étendue de la zone granitique. Dans l'ensemble ces roches n'ont qu'une masse insignifiante. Elles sont probablement les derniers termes de la série porphyrique, soit le produit des dernières éruptions des laccolites d'où sont issues toutes ces roches, des microgranulites et peut-être même des aplites aux porphyrites diabasiques.

En dehors de ces roches dont l'ordre d'apparition, sinon l'âge exact, paraît bien déterminé, il existe en Corse des roches peu abondantes, oscillant du *gabbro anorthique* à la *diorite labradorique*, où le feldspath est toujours un plagioclase, et dont l'âge, même relatif, nous échappe. Elles forment généralement des filons ou des dykes peu étendus au milieu du granite ou de la granulite et ne sont en relation avec aucune autre roche ou aucune formation, et, par suite, la question de leur âge reste pour nous très obscure. Dans tous les cas, elles sont très distinctes des roches basiques de la série ophiolitique éocène. Elles ne présentent d'ailleurs qu'un intérêt purement spéculatif en raison des variétés vraiment curieuses au point de vue pétrographique qu'elles renferment et dont la plus connue est la *diorite orbiculaire* de Tallano.

En dehors des roches proprement dites, les *terrains cristallophylliens*, *gneiss* et *micaschistes*, présentent dans la zone hercynienne un certain développement. Toutefois il est fort probable que les massifs qu'on en observe maintenant ne sont plus que de faibles lambeaux de ceux qui existaient avant les dénudations en masse qui ont laissé apparaître les roches de fond telles que le granite et la granulite. Ces gneiss et ces micaschistes sont, sans doute, les témoins des roches les plus anciennes de l'île, au moins de celles dont les affleurements sont visibles. Elles sont d'ailleurs recoupées et pénétrées par des

flons granulitiques qui développent, surtout dans les micaschistes, des *minéraux de métamorphisme* caractéristiques.

Quant aux terrains sédimentaires de la zone hercynienne, ils se bornent à quelques bribes insignifiantes de *terrain carbonifère*, constitués par des schistes charbonneux et des calcaires, avec couches d'anhracite et quelques fossiles, recouverts par une formation assez épaisse de grès et de poudingues quartzeux. Ces terrains sont surtout développés dans le nord-ouest de l'île et notamment aux environs d'Osani, de Girolata, d'Asco et de Mausoléo. Ils paraissent appartenir pour la presque totalité au carboniférien inférieur. Cette formation, épaisse au maximum de 200 mètres, repose en stratification concordante sur des schistes argilo-quartzeux, sans fossiles, que nous avons cru devoir séparer du carboniférien, mais dont l'âge exact nous échappe.

MINES.

Combustibles minéraux.

Mine d'Osani. — Le seul combustible minéral rencontré jusqu'ici en Corse est une houille anthraciteuse dont il n'existe d'ailleurs qu'un seul gisement tant soit peu important, celui d'Osani, sur la côte occidentale (V. Pl. V). Ce gisement a été concédé le 6 juin 1889 : l'étendue de la concession est de 392 hectares.

Le terrain houiller occupe la base de la petite presqu'île d'Osani, entre les masses porphyriques du Monte-Sinino à l'ouest et les schistes quartzeux anciens qui s'étendent à l'est de la route nationale n° 199 d'Ajaccio à Calvi. Ce terrain est surtout développé sur le versant sud de cette presqu'île, dans l'espace triangulaire compris entre Bocca-Croce au nord, le golfe de Lignaggia au sud-ouest, et la baie de Gradella au sud-est (*fig. 1*).

La base de l'étage houiller est constituée par des schistes noirs charbonneux renfermant par places des lentilles, tantôt quartzеuses, tantôt calcaires, peu épaisses et discontinues. Ces schistes sont recouverts par une épaisse formation de grès tufacés quartzеux, de teinte

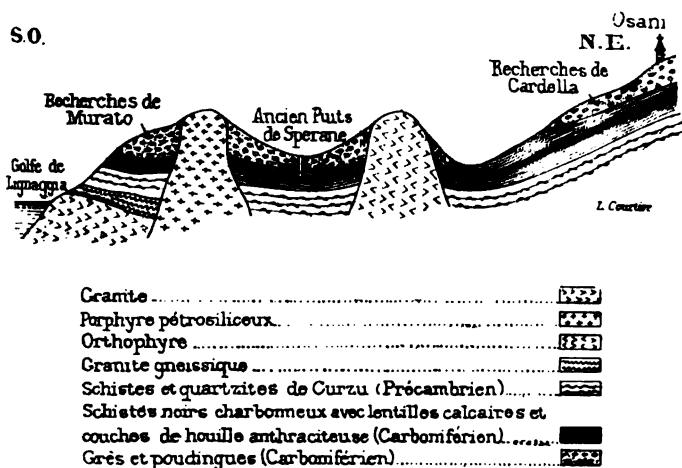


FIG. 1. — Coupe N. E. — S. O. du bassin houiller d'Osani.

gris verdâtre, compacts et à grains fins sous le village d'Osani, mais dont les éléments augmentent de grosseur au fur et à mesure qu'on s'avance vers le sud. Le tout est recoupé par de nombreux filons de porphyre pétrosiliceux et d'orthophyre. C'est à ces variétés qu'appartiennent les coulées en nappes épaisses qui se sont épanchées dans la direction du nord-ouest et qui forment la masse du Monte-Sinino et les abrupts de la côte sud du golfe de Girolata.

Le pendage général des assises houillères est de 30 à 50° vers l'O. 22° S. L'épaisseur des schistes de la base paraît inférieure à 50 mètres ; quant aux grès et poudingues couronnant la formation, leur puissance varie de 60 mètres

environ sous Osani, à 150 mètres et plus au bord du golfe de Lignaggia.

Deux dykes de roches porphyriques parallèles, plus particulièrement importants, orientés à peu près selon la ligne de plus grande pente des couches, divisent ce petit bassin houiller en trois bandes isolées les unes des autres, celle de Cardella au nord, sous le village même d'Osani, celle de Sperane au centre, et celle de Murato au sud, en bordure le long de la mer.

La seule couche de houille reconnue est située à la partie supérieure de l'étage schisteux, et exceptionnellement, comme cela se présente à Murato, très près du contact des schistes et des grès. Nous disons la seule couche, bien que l'identification de celle reconnue à Cardella, avec la couche de Sperane ou celle de Murato, n'ait pu être démontrée d'une façon certaine, les travaux faits jusqu'ici étant trop peu développés pour qu'il soit possible de se prononcer sur ce point et les dykes de porphyre signalés plus haut venant compliquer cette reconnaissance.

Jusqu'à ce jour en effet, il n'a pas été fait de travaux d'exploitation proprement dits, mais seulement des recherches qui ont précédé l'octroi de la concession; c'est donc seulement d'après ces travaux qu'on peut juger de la valeur du gisement d'Osani.

Les premières recherches pour houille faites dans cette région datent des années 1843 et suivantes. Le principal ouvrage qui y fut fait alors consistait en un puits de 40 mètres ouvert dans la bande centrale de Sperane et qui rencontra à cette profondeur une couche d'anthracite de 1 mètre de puissance, après avoir traversé 25 mètres de grès et 15 mètres de schistes. Nous ne possédons pas sur ces premières recherches de renseignements plus précis.

Les travaux exécutés en 1887-1888 à Cardella et à Murato nous sont mieux connus. Ils consistent :

A Cardella, soit à quelque cent mètres au sud du village d'Osani, en une série de recherches échelonnées le long du coteau, puits peu profonds ou galeries de niveau, d'un développement peu considérable, qui ont permis de suivre la couche sur une longueur de 250 à 300 mètres, comptés selon la pente naturelle du terrain qui est peu accentuée (15 à 20°).

La couche, située généralement à la partie supérieure des schistes, à peu de distance de leur contact avec les grès tufacés, présente une épaisseur totale qui ne dépasse nulle part 1^m,50 et est souvent beaucoup moindre. Vers les recherches inférieures, au pied du versant, elle se dédouble et ne tarde pas à disparaître dans un brouillage local.

La coupe de détail (*fig. 2*), relevée à l'entrée de l'une des galeries, en donne une idée suffisamment exacte.

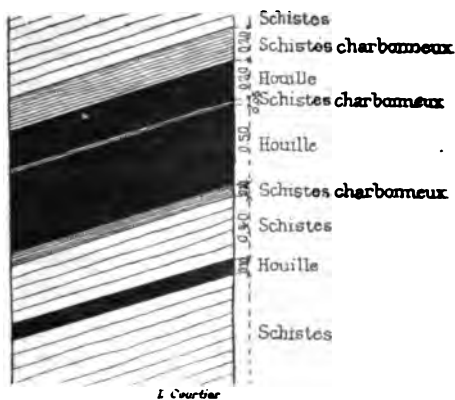


FIG. 2. — Coupe de la couche à la troisième attaque de Cardella. Mine d'Osani.

La houille et surtout les schistes charbonneux encaissants sont parfois assez pyriteux.

A l'inverse de ce qui a lieu à Murato, où les empreintes de plantes abondent, la houille et les schistes de Cardella n'en renferment que très exceptionnellement.

A Murato, les schistes houillers sont recouverts par un poudingue à éléments quartzeux arrondis de toutes grosseurs qui paraît bien l'équivalent des grès verts tufacés observés à Cardella ; mais, comme entre ces deux points il existe deux dykes importants de roches porphyriques qui interrompent la continuité des couches, il est difficile d'établir s'il y a ou non concordance entre elles.

Les empreintes végétales (troncs de Sigillaires, de Lépidodendrons, frondes de *Sphenopteris*, de *Neuropteris*) y sont extrêmement abondantes, surtout dans les schistes au contact de la houille, elles sont malheureusement fort mal conservées et même la plupart du temps à peu près complètement indéterminables comme espèces.

Le pendage général des grès et des schistes au point d'attaque varie de 35 à 48° vers l'O. 25° S. ; comme à Cardella, les schistes sont parfois pyriteux, néanmoins la houille y est de bonne qualité.

La couche a de 0^m,80 à 1 mètre de puissance ; la coupe (fig. 3) en donne le détail.

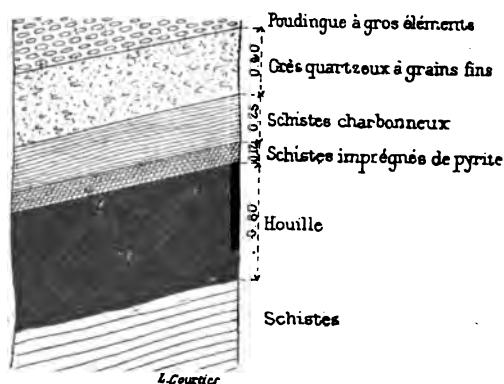


FIG. 3. — Coupe de la couche à Murato. — Mine d'Ossani.

Ajoutons qu'à Murato, pas plus d'ailleurs qu'à Cardella, les recherches n'ont pénétré à une grande profondeur

dans la couche (un puits de 20 mètres de profondeur et une galerie en direction d'une trentaine de mètres) et ne peuvent par suite donner des indications bien précises sur son allure.

La houille d'Osani appartient aux variétés à courte flamme, elle se rapproche même plutôt de l'anhracite que de la houille proprement dite. La teneur en cendres du tout-venant au point où la couche est le plus compacte et le moins mélangée de nerfs schisteux ne paraît pas dépasser 12 p. 100.

Nous passons sous silence les quelques fouilles insignifiantes exécutées d'une part au bord de la baie de Lignaggia, au sud-ouest de Murato et d'autre part, au nord du col de Bocca-Croce, sur le versant du golfe de Girolata. Elles n'ont mis à découvert que des lambeaux de couches sans importance.

Gisements divers de la région. — Galeria, Argentella.

— Nous signalons pour mémoire seulement les recherches faites autrefois au sud du chemin de Galeria à la route nationale n° 199, dans une couche de schistes charbonneux présentant quelques minces lits de houille inutilisable; ces recherches n'ont, en somme, rien donné et n'ont pas été poussées bien loin.

Les recherches exécutées pour plomb et cuivre par la Société des Mines d'Argentella, au nord du col de Bocca-Bassa, au bord de la mer, ont aussi rencontré des schistes charbonneux avec minces filets de houille appartenant indubitablement au même niveau, mais sans utilisation possible.

Poggio d'Oletta. — A citer également les fouilles faites autrefois au nord de Poggio d'Oletta, près de Saint-Florent, dans un petit lambeau de terrain constitué par des schistes charbonneux recouverts de grès quartzeux et d'un âge jusqu'ici mal connu (éocène?). Ces recherches

consistant en une galerie de niveau ouverte sur la rive droite du petit ruisseau de Mezzane, affluent du Fiuminale qui se jette dans la mer à Saint-Florent, étaient inaccessibles par suite de l'éboulement de la galerie quand nous les avons visitées en 1887 ; néanmoins nous avons encore pu voir dans les déblais quelques fragments de schistes charbonneux entremêlés de petits lits de combustible. D'après les renseignements que nous avons pu recueillir auprès d'ouvriers ayant travaillé à ces fouilles, la couche occupait à peu près le contact entre les schistes et les grès, elle avait de 0^m,50 à 0^m,60 de puissance, mais était très impure, au point que sa combustion ne pouvait être entretenue que par l'addition de houille de bonne qualité. Il ressort d'ailleurs très clairement de la disposition géologique des lieux que l'étendue de la couche en ce point ne peut qu'être insignifiante et que ce gisement n'a aucune valeur industrielle.

Palasca. — Sous Palasca, à la limite de la bande gneissique de la Balagne et des terrains éocènes très développés à l'est, les travaux du chemin de fer ont mis à nu des schistes noirs charbonneux, qui renferment parfois de très minces filets d'un combustible qui est probablement du même âge que le précédent. Comme il n'y a pas été fait de recherches, nous ne citons ce gisement que pour mémoire.

Ponte-Leccia. — Il en est de même de la couche signalée par M. Hollande dans son ouvrage sur *la Géologie de la Corse*, comme existant dans le lit du Golo, à 3 kilomètres au nord de Ponte-Leccia, à la hauteur des mamelons Rodaggio, et qui, intercalée dans le poudingue de Francardo, aurait 0^m,60 d'épaisseur. Ce combustible serait donc non de la houille, comme dans les gisements de la côte nord-ouest, mais du lignite, comme à Poggio d'Oletta et Palasca.

Mines métalliques.

Fer. — Il n'existe en Corse qu'une seule mine de *fer*, celle de Farinole et Olmeta (*), concédée le 27 juin 1849 (superficie de la concession, 1.075 hectares).

Cette mine est inexploitée depuis longtemps, elle n'a d'ailleurs jamais été l'objet de travaux sérieux d'exploitation.

Le minerai qu'on y rencontre est du fer oxydulé magnétique agissant énergiquement sur l'aiguille aimantée et renfermant probablement à une dose très faible du fer chromé. Il forme des lentilles plus ou moins épaisses et continues dans la serpentine présilurienne qui constitue presque exclusivement la masse des deux mamelons (703 et 769 de la carte d'État-major) situés au nord de Farinole.

(*) Cette mine fut visitée en 1820 par Gueymard, qui en parle d'une façon assez détaillée. A cette époque, comme aujourd'hui, la mine était inexploitée, mais il existait déjà un assez grand nombre d'attaques peu profondes pouvant remonter, dit Gueymard, à une centaine d'années. Le minerai qui en a été extrait a peut-être servi à alimenter, pour une partie au moins, l'ancienne forge qui existait autrefois sous Olmeta, non loin de la marine de Negro, et qui était déjà ruinée à l'époque où cet ingénieur visita la Corse.

Les anciennes forges d'Orezza, du Fium'Alto, de Casalta, de Bucatojo, de Saint-Blaise et de Distendino, encore actives en 1820, ne traitaient que du minerai de l'île d'Elbe; toutefois le minerai de Farinole aurait probablement pu y donner de bons résultats, moyennant certaines améliorations de détail dans le traitement. Voici en effet en quels termes en parle Gueymard :

« La mine de Farinole fut essayée il y a quelques années à l'ancienne forge de Murato. Elle donna des fers excellents, et qui surpassèrent toute attente : seulement le produit fut moins grand qu'avec celui de l'Elbe ; mais il ne faut l'attribuer qu'au mode de traitement qu'on faisait subir au minerai. En effet, ce minerai, plus riche que celui d'Elbe, est moins poreux. Comme on ne détruisait pas sa compacité, il en résultait que, dans la première opération, il se faisait beaucoup de coulées, qui ne pouvaient se réduire lors de la fusion. Il eût fallu chauffer le minerai, le jeter dans l'eau pour le fendiller, et le traiter ensuite comme celui de l'Elbe. »

Les travaux de recherches ont eu lieu en trois ou quatre points au nord et au sud du ravin marqué sur cette carte sous la dénomination de « Piano del Fiume » ; les plus importants sont ceux du sud, ce sont les seuls d'où il ait été extrait quelque peu de minerai marchand. La puissance du gisement varie de 0^m,60 à 1^m,50, mais elle est plus souvent voisine de 0^m,80 et la couche est très discontinue.

Cette mine n'a guère été exploitée que pendant un an ou deux, depuis l'octroi de la concession, à l'époque où les hauts-fourneaux de Toga, près Bastia, et de Solenzara, aujourd'hui démolis, étaient encore en feu.

Le fer oxydulé est l'un des minéraux dont la présence est constante dans la serpentine présilurienne ; en certains points du cap Corse, il y est tellement développé qu'il serait peut-être possible d'y trouver des gîtes comparables à celui de Farinole. Nous citons, pour le cas où on y voudrait tenter des recherches, le versant ouest de la crête séparant Barretali et Canari, de Pietracorbara, et particulièrement les escarpements situés à l'ouest et au pied du Monte Alticcione.

Gueymard signale l'existence d'une mine de fer oligiste, plus ou moins mélangée de pyrite, en couche au milieu des schistes amphiboliques sous le village de Venzolasca et indique quels travaux il conviendrait de faire pour la reconnaître. Il ne semble pas que ses conseils aient été suivis, car nous n'avons aucune connaissance que des recherches sérieuses y aient été faites depuis (*).

On rencontre aussi dans une tout autre région de la Corse, à Moca-Croce, près de Petreto-Bicchisano, des amas, assez importants, paraît-il, de fer oligiste au milieu du granite. Toutefois, comme nous ne les avons pas visités, nous n'en pouvons rien dire.

(*) C'est de cette mine que provient l'échantillon du Muséum signalé par M Lacroix comme renfermant de la riebeckite et de l'ægryne.

Manganèse. — Il n'existe en Corse aucune mine concédée pour manganèse, mais des minerais de ce métal ont été rencontrés en plusieurs points.

Des recherches assez suivies ont eu lieu en effet, il y a une quinzaine d'années, dans la commune de Valle-di-Campoloro, au nord-est de Cervione, dans les schistes lustrés : elles ont mis à découvert une couche mince et sans continuité de minerai de manganèse (bioxyde hydraté), qui a été reconnue trop pauvre pour pouvoir être exploitée avantageusement (*).

Dans ces dernières années, quelques recherches ont également eu lieu près du village de Bisinchi sur un gisement fort analogue. Le minerai qu'on en a extrait n'a pas paru non plus utilisable à cause de sa teneur élevée en silice.

M. Hollande cite de ce minerai d'autres gisements que nous ne connaissons pas ; l'un d'eux, le principal, paraît-il, serait situé dans le massif de Tende, à quelques kilomètres d'Ostriconi en un endroit d'accès facile ; un autre existerait au-dessus de Pietralba, dans la protogine ; d'autres encore à Furiani, à Murato, aux environs de Valle d'Alesani, de Tallone, etc.

Chrome. — Le fer chromé existe à titre de minéral accessoire dans les serpentines du cap Corse ; toutefois, en aucune localité, il ne paraît se présenter en amas suffisamment importants pour que l'exploitation en soit possible.

Antimoine. — Les mines d'antimoine sont les seules mines qui, en Corse, présentent une réelle importance. Il en existe trois concédées, toutes situées à l'extrémité

(*) Gueymard signale ce gisement, qui lui était connu et sur lequel il fit même faire des fouilles qui amenèrent la découverte d'une « masse énorme de 20 quintaux métriques » et d'autres de moindre importance.

du cap Corse : ce sont du sud au nord les concessions de Luri-Castello (concedée le 6 juillet 1863 ; 652 hectares), de Méria (concedée le 10 mars 1858 et étendue le 31 juillet 1891 ; 464 hectares) et d'Ersa (concedée le 9 août 1851 ; 222 hectares). Mais, en dehors des mines concedées, on connaît d'autres filons de ce minerai dans les régions avoisinant ces concessions et qui établissent la continuité entre les divers gisements qu'on y exploite.

Au total, on peut dire que tout le versant est du cap Corse, compris entre son extrémité et la vallée de Cagnano, constitue pour ce minerai un seul et même champ de fractures, tous les filons qu'on y rencontre présentant entre eux la plus grande analogie.

La production totale des trois mines d'antimoine de la Corse a beaucoup varié dans les quinze dernières années, et elle a naturellement suivi les cours, qui ont eux-mêmes été fonction des demandes de l'industrie. Les prix extrêmes du minerai à 50 p. 100 d'antimoine métallique ont varié, dans cette période, de 150 francs à 600 francs (*) la tonne.

Depuis 1890, la production annuelle moyenne de l'île a dépassé 1.500 tonnes de minerai marchand. Au surplus, nous donnons ci-contre un résumé graphique de la production totale de l'antimoine en Corse depuis l'année 1879.

La formation des filons d'antimoine sulfuré du cap Corse est probablement antérieure à l'apparition des serpentines et des roches ophiolitiques présiluriennes. En effet ces filons n'existent, à notre connaissance, que dans la partie la plus ancienne du complexe des schistes lustrés et amphiboliques, soit dans les schistes sériciteux infé-

(*) L'emploi dans l'artillerie pour la fabrication des balles de quantités importantes d'antimoine a plus que triplé la valeur du minerai et a provoqué un peu partout la reprise d'un certain nombre de mines abandonnées ; il en est résulté naturellement dans ces dernières années un fléchissement des prix qui va en s'accroissant de plus en plus.

rieurs; tout au plus atteignent-ils par places la zone des cipolins qui sépare ces schistes sériciteux des schistes amphiboliques verdâtres supérieurs. Dans tous les cas, nous n'en connaissons aucun exemple dans ces schistes amphiboliques. De plus, au contact de la serpentine, ils

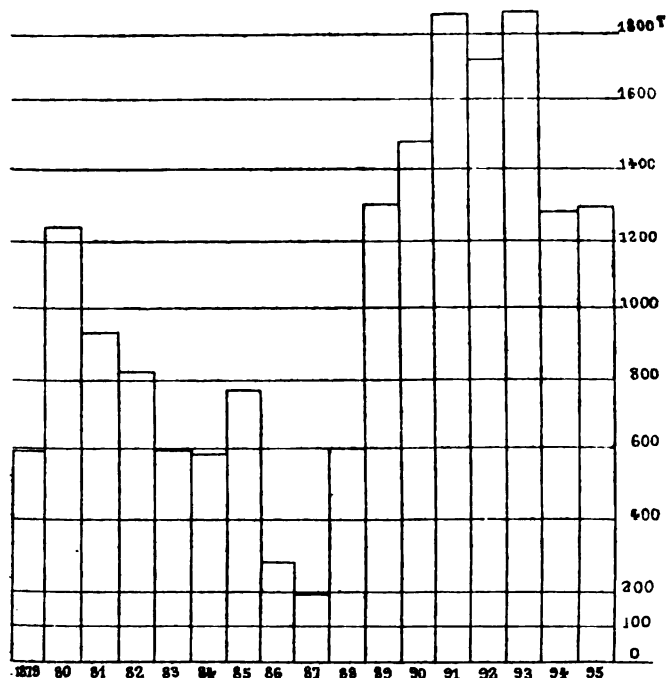


FIG. 4. — Tableau graphique donnant la production totale du minéral d'antimoine en Corse pendant la période de 1870-1895.

disparaissent sans laisser de traces, c'est donc par erreur que M. Hollande a cité cette roche comme une de celles où on trouve la stibine. Nous ne l'avons non plus jamais rencontré dans les euphotides schisteuses où l'a signalée cet auteur.

C'est donc exclusivement dans les schistes sériciteux, généralement entremêlés de calcschistes, qu'il faut diriger

les recherches de ce minerai, et de préférence dans les régions où ces schistes sont altérés.

La plupart des filons de stibine sont orientés est-ouest avec des écarts au sud et au nord de cette direction qui ne dépassent qu'exceptionnellement 20° ; toutefois, dans certaines localités et notamment dans la vallée de Méria, qui est le centre de la région filonienne, il existe des filons croiseurs, presque normaux aux précédents, qui présentent quelquefois une assez belle minéralisation, mais dont la continuité est moins grande que celle des filons principaux. Sauf des cas exceptionnels, ces filons sont très redressés et parfois même voisins de la verticale.

La gangue ordinaire de la stibine est de nature quartzreuse ; elle est accompagnée de produits d'une couleur verte caractéristique dont nous n'avons pas déterminé la nature et qui ne fait pour ainsi dire jamais défaut. Sa présence aux affleurements est, en somme, le meilleur diagnostic des filons de ce minerai.

Dans quelques cas assez rares, à San-Martino (Méria), on observe au milieu du filon des parties bréchiformes constituées par des noyaux de quartz plus ou moins arrondis avec ou sans fragments de la roche verte caractéristique, enveloppés d'une couronne de calcite concrétionnée formée de zones successives d'accroissement. Ces concrétions calcaires s'observent aussi au contact de l'éponte constituée par des schistes argileux altérés. Enfin la stibine, dont la venue est évidemment postérieure, remplit les vides laissés libres entre ces fragments (*fig. 5*).

La minéralisation de ces filons est très variable, toutefois c'est généralement au contact du mur qu'elle présente son maximum d'intensité, la gangue et les produits stériles étant plus particulièrement abondants du côté du toit. Il y a d'ailleurs une grande différence d'aspect entre les deux épontes : tandis que le toit est constitué par une ligne indécise et mal définie, le mur, au contraire, est

presque toujours très net. On observe parfois sur celui-ci des surfaces striées résultant du glissement des deux éponges l'une par rapport à l'autre, sur lesquelles le minerai forme des placages brillants et polis comme une glace.

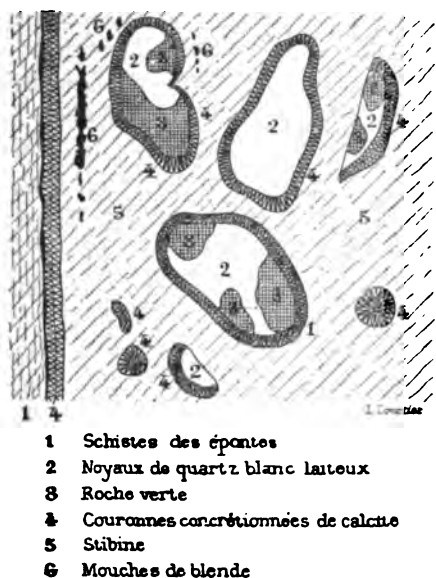


FIG. 5. — Remplissage du filon à San-Martino, Mine de Méria.

L'épaisseur du remplissage est fort variable d'un filon à l'autre, et aussi pour un même filon selon le point considéré ; on observe dans presque toutes les mines des colonnes d'enrichissement (*trombes* des mineurs corses) disposées à peu près selon les lignes des plus grandes pentes du filon. Le long de ces trombes, la puissance réduite peut atteindre jusqu'à 0^m,50 et même exceptionnellement 0^m,80 et dans ce cas le minerai est généralement massif, tandis que, dans les régions moyennes, elle se tient entre 8 et 12 centimètres en un ou plusieurs filets, et descend même souvent au-dessous de ce chiffre.

Il existe, en outre, des zones d'enrichissement ou d'appauvrissement dans le sens de la verticale et qui correspondent à des changements dans l'inclinaison du filon, les parties redressées étant les plus pauvres ; toutefois, ces variations sont moins intenses que les premières.

Le remplissage est presque exclusivement constitué par de la stibine (*) avec un peu de pyrite et exceptionnellement de la blende, du cinabre, de la bournonite.

Ces trois derniers minéraux, qui n'existent jamais qu'en mouches isolées, sont trop peu abondants pour qu'il y ait lieu dans la pratique de s'en inquiéter. Il n'en est pas de même de la pyrite qui, fort heureusement, est assez souvent condensée dans la gangue, surtout dans les parties verdâtres, mais qui existe aussi parfois sous forme de minces filets parallèles dans la masse même de la stibine.

En général, un simple scheidage suffit pour obtenir du minerai à une teneur marchande et pour enlever la plus grande partie de la pyrite, mais certaines variétés de minerai où la stibine est intimement mélangée à la gangue exigent une pulvérisation presque complète, ce qui ne va pas sans entraîner de grandes pertes et une dépense en main-d'œuvre inutile.

Une autre espèce de minerai particulièrement difficile à enrichir est celle qui existe en minces filets formant des diramations entre les feuillets des schistes du toit ; dans ce cas le sulfure d'antimoine est souvent disposé en rosettes constituées par de simples placages sans épaisseur (*fiore, fioracce* des mineurs corses).

Dans l'un et l'autre cas, la proportion du minerai dit de seconde qualité, soit celui tenant de 18 à 25 p. 100 d'antimoine métallique, peut devenir très importante, au grand détriment de la vente, car ces minerais à faible

(*) L'antimoine oxydé, sénarmontite et valentinite, ne se rencontre que rarement et seulement au voisinage des affleurements.

teneur sont presque sans valeur, et leur écoulement est difficile. On a bien essayé autrefois d'en isoler le minerai par une liquation dans des creusets spéciaux; la stibine étant très fusible, cette opération paraît facile de prime abord; malheureusement, pour peu que la teneur s'abaisse au-dessous de 10 à 12 p. 100, la plus grande partie du minerai fondu, restant autour des fragments stériles qui en sont imbibés, est définitivement perdue. Aussi a-t-on renoncé depuis longtemps à cette pratique, et préfère-t-on aujourd'hui pousser le scheidage jusqu'à la pulvérisation complète du minerai impur, au risque d'augmenter la main-d'œuvre et les pertes par suite des manipulations plus nombreuses des parties tenues.

On a bien aussi tenté, dans ces dernières années, d'utiliser, pour l'enrichissement méthodique de ces poussières, des cribles à secousses actionnés soit à bras, soit mécaniquement. Dans cette voie encore on n'a que très imparfaitement réussi, malgré la grande densité du minerai d'antimoine (4,6), sa forme en lamelles ou en fines aiguilles étant un obstacle à sa séparation d'avec les parties stériles, et, d'autre part, la pyrite qui est un peu plus lourde que la stibine restant dans le minerai.

Le sulfure d'antimoine de première catégorie, d'une teneur variable de 40 à 50 p. 100 de métal, et exceptionnellement dans les parties les plus riches de 55 p. 100 est fourni surtout par les variétés massives formées de longues baguettes ou de lamelles largement cristallisées. Pour une bonne partie de cette catégorie, le principal triage peut être fait dans la mine même, lors de l'abatage, à la condition de bien dégager la tranche du filon et d'étendre des sacs sous la sous-cave au moment de la tombée pour perdre le moins possible de minerai et éviter son mélange avec les stériles.

Ces généralités établies, nous allons passer en revue les trois mines concédées du cap Corse, en signalant les

conditions spéciales à chacune d'elles ; nous dirons ensuite un mot des filons situés en dehors de ces concessions qui ont été l'objet de travaux de recherches.

Mine de Luri-Castello. — Le filon principal situé à Castello, près du thalweg de la vallée de Luri, a d'abord été exploité par galeries de niveau ; mais, l'amont-pendage étant peu important, on a dû recourir à l'exploitation par puits. Aujourd'hui il existe six étages différents, à peu près complètement dépilés, sauf l'inférieur qui a atteint la profondeur de 125 mètres.

Le filon, qui est orienté sensiblement nord-ouest, a été dépilé aux étages supérieurs sur une longueur moyenne de 200 à 300 mètres, sauf au niveau de la galerie d'écoulement Giuseppi, qui a un développement total de 625 mètres, mais dont une bonne partie est dans le stérile. Il s'en faut d'ailleurs que toute cette étendue ait été minéralisée ; mais, à côté de parties stériles ou très pauvres, il existe dans la région moyenne une colonne, qui, aux divers étages, s'est montrée d'une remarquable puissance (parfois plus d'un mètre de minerai massif) et qui est dénommée « La Trombe » par les ouvriers mineurs.

En plusieurs endroits et notamment aux étages inférieurs, le filon est souvent dédoublé en deux veines distantes d'une dizaine de mètres.

Le minerai à larges facettes est assez rare à cette mine, c'est plutôt la variété fibreuse massive qui domine.

Nous ne connaissons aucun filon de stibine à l'est de celui de Castello ; en revanche, il en existe de nombreux au nord-ouest, le long de la route qui monte au col de Santa-Lucia, et sur lesquels il a été fait des travaux de recherches plus ou moins fructueux. Les plus importants sont ceux de Bonafalchière, tout au bord de la susdite route, et celui de Spergane, au bas du ravin descendant du col de Santa-Lucia et sur la rive gauche du ruisseau qui en occupe le fond. Le filon de Spergane est d'ailleurs

en dehors de la concession de Luri-Castello, mais très près de sa limite nord; de 1880 à 1887, il y a été fait des travaux de recherches assez étendus, d'où on a extrait environ un millier de tonnes de beau minerai. Les travaux, étant surtout développés en contre-bas du ruisseau, sont aujourd'hui complètement noyés. La direction et le pendage du filon de Spergane portent à croire qu'on a affaire au prolongement de celui de Castello.

La production totale de la mine de Luri pour les quinze dernières années a été d'environ 4.135 tonnes de minerai marchand.

Mine de Méria. — La concession de Méria, qui occupe le centre du champ filonien du cap Corse, est celle où l'on observe la plus grande abondance de filons. Ceux-ci sont surtout distribués dans la partie moyenne de la vallée, entre le village de Méria et le hameau de Pastina qui en est une dépendance, et sur le versant de droite du ruisseau de Méria.

C'est, du reste, près de Pastina, et un peu au sud de cette localité que les premiers travaux ont été faits : situés dans la petite vallée secondaire de San-Martino, au point où elle se bifurque, les anciens travaux de Fossato ont surtout été développés en contre-bas du ruisseau voisin. Aussi l'abondance des eaux, jointe aux faibles moyens d'exhaure mis en œuvre, a-t-elle obligé à abandonner cette mine, alors qu'elle était en plein rapport. Depuis cette époque, ces travaux sont noyés, mais on s'occupe actuellement de les reprendre par une galerie d'écoulement qui rejoindra celle de San-Martino, située plus au nord, juste en face de Pastina, et où un filon, prolongement de celui de Fossato et aussi exploité par les anciens (puits de Vétrice, de la Rota, etc.), a été l'objet de travaux importants de la part de l'exploitant actuel.

Dans toute cette région de Fossato San-Martino, les variétés à larges facettes, donnant un minerai dépassant

souvent 50 p. 100 par simple scheidage, dominant. C'est là aussi qu'on a trouvé autrefois, d'ailleurs toujours en faible quantité, du cinabre mélangé à la stibine ; mais on ne rencontre plus guère aujourd'hui ce minerai de mercure. La direction du filon de Fossato-San-Martino est à peu près N. O. — S. E. ; le pendage assez variable, mais souvent inférieur à 45°, est vers le sud-ouest.

Un autre centre d'exploitation plus récent, mais qui pendant plusieurs années a alimenté à lui seul la production de la mine de Méria, est celui de Vallone, situé plus à l'est, à flanc de coteau, dans le bassin du petit ruisseau de Fiumicello. Il présente sur le précédent le grand avantage qu'il pourra être exploité en vallée pendant longtemps encore, grâce au travers-bancs Orega, long de 432 mètres, qui a été percé à une quarantaine de mètres sous les régions déjà défilées.

Le filon a été suivi à Vallone sur une longueur de plus de 700 mètres ; il s'en faut toutefois de beaucoup qu'il soit minéralisé sur toute cette étendue, mais il présente trois ou quatre colonnes riches qui ont suffi à alimenter l'exploitation pendant de longues années. Son orientation est à peu près est-ouest, et son pendage vers le sud assez variable ; le filon est souvent redressé sous des inclinaisons qui dépassent 80°. Le minerai bacillaire et en grande lamelles de Fossato San-Martino est très rare à Vallone, ce sont plutôt les variétés aciculaires et feutrées qui y dominent (*).

(*) Nous ne pouvons songer à citer tous les filons sur lesquels il a été fait des recherches plus ou moins fructueuses dans la concession de Méria ou dans les terrains avoisinants, nous citerons seulement :

1° Celui de Valle-alla-Vena à environ 1.200 mètres au sud-ouest de San-Martino, qui s'est présenté bien minéralisé près de son affleurement (10 centimètres d'épaisseur réduite en minerai à grandes lamelles), mais qui n'a pas tardé à disparaître en profondeur ;

2° Celui de Chioso, entre San-Martino et Fiumicello, qui paraît être un croiseur du filon de Vallone ;

3° Le filon de Castellèse, situé en face et un peu en aval de Fiumicello,

A la mine de Méria est annexée, depuis 1893, une petite usine située à Minelli, au nord de Bastia, comprenant deux batteries de 12 creusets chacune et où l'on fait le régule. C'est actuellement la seule usine métallurgique de la Corse.

Cette mine a produit un total de 8.020 tonnes de minerai marchand, dans la période de quinze ans s'étendant de 1880 à 1894 inclus.

Mine d'Ersa. — Cette mine (*), qui a été autrefois assez prospère, est restée presque inexploitée de 1884 à 1890. Elle n'a repris un peu d'importance que dans ces dernières années. La raison en est que les premiers concessionnaires, ayant exploité toute la partie en amont-pendage, ont été arrêtés par des venues d'eau considérables dès qu'ils ont tenté l'exploitation par puits. Ils ne sont donc guère descendus au-dessous de 50 mètres de la surface et n'ont pas essayé de lutter davantage contre l'envahissement progressif des eaux.

Les travaux ont été repris en 1891, simultanément par

sur la rive gauche du ruisseau de Méria. Ce filon, également croiseur de celui de Vallone, a aussi donné pendant un certain temps les plus belles espérances, tant à cause de son épaisseur que de la belle qualité du minerai, mais cette richesse n'a pas tardé à disparaître à l'avancement ;

4° Ceux de Canajo, au voisinage de la route de Fiumicello à la Marine, de Sozio Soprano et Sozio Sottano, près du sentier de Vallone à Méria ;

5° Enfin celui de Tufi Bianchi, qui est en dehors de la concession de Méria, sur le versant opposé, au sud du Monte Castello (Pinzu alle Grettolo) et qui paraît être d'une certaine importance. Il a donné lieu autrefois à une demande en concession, qui a été rejetée pour cause d'insuffisance de travaux.

(*) La mine d'Ersa était la seule connue à l'époque (1820) où Gueymard visita la Corse, encore n'y avait-il été fait que de simples fouilles superficielles. D'ailleurs à cette époque, l'antimoine était peu recherché, ses applications étant encore plus restreintes que de nos jours.

On comprend aussi que la découverte de l'antimoine ait été faite d'abord à Ersu et non à Méria ou à Luri, encore bien que les filons y soient peut-être plus abondants. Dans ces dernières localités, en effet, la région où on les observe est presque entièrement couverte par des maquis, tandis qu'à Ersu la colline où on a rencontré tout d'abord ce minerai est surtout occupée, entre Botticella et Granaggiolo, par des jardins ou des cultures.

la remise en état de l'ancien puits Galland et de la galerie d'écoulement de Guadigliolo.

Le filon, situé à l'ouest du hameau de Granaggiolo, est assez variable d'allure ; il est orienté O. 20° N. Le minéral d'Ersa est particulièrement riche et les variétés largement cristallisées y sont abondantes.

La production totale de cette mine dans les quinze dernières années n'a été que de 1.960 tonnes de minerai marchand, correspondant à huit années seulement d'exploitation effective.

Gisements divers. — Signalons, pour terminer ce qui est relatif aux mines d'antimoine du cap Corse, que des filons de stibine ont été reconnus en d'autres endroits que ceux indiqués plus haut, et notamment au fond de la vallée qui sépare Rogliano de Tomino. Il n'est point douteux non plus que des recherches exécutées dans la vallée du ruisseau d'Alessandra, entre Luri et Méria, amèneraient la découverte de semblables filons ; malheureusement il est assez difficile d'y faire les premières prospections destinées à fixer les points d'attaque, car le terrain est partout recouvert d'un épais maquis où il n'est pas facile d'observer les affleurements.

En dehors du Cap, nous ne connaissons l'antimoine qu'en un seul point de la Corse et dans une région toute différente, celle de Galéria, sur la côte occidentale. Le gisement auquel nous faisons allusion nous a été signalé par M. l'ingénieur des Ponts et Chaussées Guiotton ; il est situé au lieu dit Tetti, sur la rive gauche du ruisseau de Ruja, affluent du Fango, qui descend du col de Parma. Le filon qui recoupe les schistes quartzeux que nous avons décrits comme précambriens est très peu important et ne paraît pas étendu.

M. Hollande signale, en outre, la présence du sulfure d'antimoine à Valle d'Alesani et à Vico ; nous ne pouvons rien dire de ces gisements, que nous ne connaissons pas.

Arsenic. — Les sulfures d'arsenic, réalgar et orpiment, existent, à notre connaissance, sous forme de filonnets sans importance, dans les schistes lustrés dans deux localités différentes : à deux kilomètres et demi environ nord-est de Porta d'Ampugnani, au voisinage du torrent, affluent du Fium'Alto qui descend de ce village, et auprès de Matra, dans le canton de Moïta. Dans les deux cas, le réalgar l'emporte de beaucoup comme proportion sur le sesquisulfure. Ces gites, très peu étendus d'ailleurs, ne paraissent susceptibles d'aucune exploitation.

Plomb et zinc. — Il existe en Corse trois concessions de mines de plomb, savoir :

Argentella, concédée le 9 janvier 1856, étendue le 14 avril 1874; superficie, 2.520 hectares;

Monticello, concédée le 1^{er} février 1865; superficie, 752 hectares;

et Prato, concédée le 29 décembre 1840; superficie, 134^{ha}, 52^a.

Mine de Prato. — La concession de Prato s'étend sur la commune de Barbaggio, entre ce village et Saint-Florent, le long de la dépression qui sépare la colline miocène du Monte-Sant'Angelo de la masse schisteuse du Pigno et du Monte-Secco.

Il n'y a jamais été fait aucun travail sérieux et les déblais qu'on trouve aux abords des quelques rares fouilles ouvertes à la limite des schistes lustrés et des formations sédimentaires qui les recouvrent (au point 79 de la carte d'état-major par exemple) ne renferment qu'un peu de pyrite et de simples traces de minerai de plomb (*).

(*) Gueynard, qui a visité cette mine, en parle dans les termes suivants :

« Le minerai (sulfure de plomb argentifère) est disséminé dans une couche de schiste, avec plus ou moins d'abondance. Ayant fait rouvrir cette tranchée, nous avons reconnu que, lorsqu'on s'enfonce, le

Mine de Monticello. — La concession de Monticello, située dans la commune de ce nom, et qui s'étend en bordure le long de la mer, à l'est de l'île Rousse, est dans le même cas. Les quelques recherches faites dans la crête granitique du Monte Rossi et de la Punta dei Sualelli, notamment entre la route nationale et le point 206 de la carte, ne laissent voir que de très rares traces de minerais dans les déblais.

Mine d'Argentella. — A la mine d'Argentella, située sur la côte occidentale, à l'ouest du cirque formé par le sommet du même nom et le cap Liceto, et dont les eaux s'écoulent dans la baie de Crovani, on a exploité avec une certaine persévérance un filon de galène orienté O. 15° S. et sensiblement vertical. Ce filon situé au pied du sommet de l'Argentella, à cheval sur la crête qui s'en détache vers le nord-ouest dans la direction de l'étang de Crovani, s'est fait jour au milieu du granite granulitisant qui constitue la masse de cette montagne.

Sa puissance est très variable, de quelques centimètres à un mètre et plus ; mais, de part et d'autre des épontes, il existe une zone d'imprégnation assez large, 4 à 5 mètres en moyenne, où la galène existe sous forme de filets ou de mouches au milieu de la **granulite** dont elle constitue pour ainsi dire un minéral accessoire. Outre la galène, qui est ordinairement à grandes facettes et assez peu argentifère, il existe, dans le remplissage, de la blende, de la pyrite et de la chalcopyrite, mais en très faible proportion.

La teneur en minéral de toute cette masse, filon et zone d'imprégnation, est des plus faibles ; il en résulte qu'à part quelques rares placages de galène massive il

« schiste est plus chargé de minéral. La puissance de la couche qui le renferme est de 2 1/2 à 3 pieds. »

D'après cet auteur, les premiers travaux auraient été faits à cette mine par le général Paoli.

n'existe pour ainsi dire pas de minerai de triage, et que toute la masse doit être pulvérisée et soumise ensuite à une préparation mécanique très onéreuse, pour laquelle on a installé à grands frais une fort belle usine qui n'a malheureusement pas beaucoup travaillé. Le rendement en minerai est si faible qu'on a depuis plus de dix ans renoncé complètement à l'exploitation des mines de ce niveau supérieur.

Les travaux faits dans les dernières années, beaucoup plus bas, à Vallecalle, et même au bord de la mer, à Bocca-Bassa, ont été exclusivement des recherches sur des filons quartzeux assez mal définis d'ailleurs, qui recoupent les schistes précambriens et dont la minéralisation consiste surtout en chalcopryrite.

A Bocca-Bassa, on a trouvé un peu de galène et de blende, mais en quantité très faible.

En dehors de ces trois concessions, il existe deux autres mines concédées pour cuivre, plomb et argent, celles de Saint-Augustin (concédée le 4 février 1854; superficie, 1.520 hectares) et de Tartagine (concédée le 31 mars 1852; superficie, 1.062 hectares), toutes deux situées près de Castifao.

De la première qui embrasse presque exclusivement des terrains éocènes et des roches ophiolitiques du même âge, il n'a été extrait à notre connaissance que du minerai de cuivre, et il n'en sera pas question ici, puisque sa description rentre tout naturellement dans le paragraphe suivant consacré à ces mines.

Mine de Tartagine. — Dans la seconde, au contraire, qui s'étend en amont des baraques de Piana, sur les deux rives du Tartagine, il n'a été extrait que du minerai de plomb; encore convient-il d'ajouter que les travaux qu'on y a faits, et qui sont surtout développés sur la rive droite de cette rivière, ont été suspendus quelque temps après la concession et n'ont pas été repris depuis.

Gisement d'entre Tartagine et Asco. — Des filons du même genre, où il a été fait quelques recherches dans ces dernières années, existent dans les mêmes conditions, soit au milieu des schistes anciens qui recouvrent la protogine ou les gneiss, sur la crête située au sud de cette dernière concession et qui, prolongeant les derniers contreforts du Monte-Padro, séparent le Tartagine de l'Asco.

Les deux ou trois filons qu'on y a découverts, pas plus que ceux de la concession de Tartagine, ne paraissent pas avoir de continuité.

Le remplissage en est constitué par des parties souvent massives formées d'un mélange intime de blende, de galène et de chalcopryite, en grains extrêmement fins et dont la séparation ne serait possible qu'après une pulvérisation en poussière impalpable. Des analyses faites sur des échantillons de ce minerai n'ont pas donné une teneur en argent (1^{re}, 250 à la tonne de minerai) suffisamment élevée pour qu'elle puisse compenser les dépenses qu'entraînerait une préparation mécanique aussi complexe.

Gisement de Piétralba. — Des recherches pour plomb ayant motivé une demande en concession, qui a d'ailleurs été rejetée, ont eu lieu il y a une dizaine d'années dans la région située au sud du village de Piétralba, à l'est de la route nationale de Ponte-Leccia à la Balagne, au pied des derniers escarpements de la chaîne du Tende.

Les terrains dans cette région sont constitués par des schistes quartzo-argileux anciens qui reposent sur la protogine gneissique de la chaîne du Tende, et qui sont partiellement recouverts par des schistes éocènes et les roches serpentineuses et ophiolitiques de la Navaccia.

Ces fouilles assez nombreuses, notamment dans la région située au nord de la gare actuelle de Piétralba, mais peu étendues, ont démontré l'existence de plusieurs filons à gangue exclusivement quartzreuse et dont la minéralisa-

tion consiste en galène à grains fins moyennement argentifère.

Gisement du Monte-Grosso et du Niolo. — En dehors de ces divers gisements que nous avons visités, il en existe d'autres où il n'a pas été fait de recherches et qui ne paraissent d'aucune importance ; de ce nombre sont ceux du flanc nord du Monte-Grosso, près de Zilia, sur la gauche du ruisseau qui descend du col de Cineraggia, où la galène existe dans la granulite à peu près dans les mêmes conditions qu'à Argentella ; ceux qu'on observe en divers points du Niolo, notamment près de Corscia et de Casamaccioli, etc.

Cuivre. — Généralités. — Nous avons fait connaître à propos des roches ophiolitiques éocènes (pour plus de détails, voir la notice publiée par le Service de la Carte géologique) la relation existant entre ces roches et les gites cuprifères de la Corse, et établi que tous ces gites, de même que ceux de la Toscane et de l'île d'Elbe, sont répartis à la périphérie des massifs éruptifs de ces roches vertes, et de préférence autour de ceux de serpentine.

Dans cette catégorie rentrent les gisements concédés de Saint-Augustin, dont il a déjà été question plus haut, de Ponte-Leccia (concédé le 25 août 1861 ; superficie, 1.664^h, 36) et de Linguizetta (concédé le 19 septembre 1855 ; superficie, 672 hectares).

Ces trois mines sont inexploitées depuis quelques années déjà.

Mine de Saint-Augustin. — La première a été anciennement l'objet de travaux assez importants, échelonnés entre Moltifao et la chapelle de San-Rocco, au voisinage de l'ancien chemin muletier de Corte à la Balagne.

Les travaux qui présentent le plus de développement sont ceux qui ont été faits sur les bords du Tartagine et notamment sur sa rive droite, sous les baraques de Piana.

C'est de cette dernière attaque, consistant en une galerie de niveau et en quelques puits intérieurs et descenderies peu profonds, ouverts au contact de la serpentine et des schistes éocènes, qu'a été extraite la plus grande partie du minerai de cuivre trouvé en Corse. Les amas lenticulaires de chalcopryrite y étaient d'ailleurs extrêmement variables d'allure et d'épaisseur, et on peut dire qu'on n'est jamais sorti à cette mine de la période des recherches, aucune lentille rencontrée n'ayant permis d'y établir une exploitation de quelque durée. Cette mine est complètement abandonnée depuis une quinzaine d'années.

Mine de Ponte-Leccia. — A la mine de Ponte-Leccia, on a eu plus de persévérance.

Des attaques superficielles exécutées à flanc de coteau en face et à l'ouest de la gare actuelle du chemin de fer ayant fait découvrir quelques amas de chalcopryrite et de phillipsite, accompagnées, dans les parties voisines des affleurements, de malachite et d'azurite, on les a suivis par des descenderies assez courtes, mais ils n'ont pas tardé à diminuer et même à disparaître en profondeur. Une galerie, dite galerie Marteau, ouverte en contre-bas, a été poussée très loin sans rencontrer d'amas importants de ces minerais. Toute cette région est d'ailleurs recoupée par des filons de diabase qui rendent les recherches assez difficiles à diriger.

Mine de Linguizetta. — La mine de Linguizetta située dans une tout autre région, sur la côte orientale, est restée jusqu'ici, comme les précédentes, dans la période des recherches ; tout travail y a d'ailleurs complètement cessé depuis plus de quinze ans (*).

Le minerai consiste, comme à Ponte-Leccia et à Saint-Augustin, en chalcopryrite avec quelque peu de cuivre

(*) Gueymard, qui a visité cette mine, n'en parle guère que pour constater son peu de richesse.

natif, celui-ci étant surtout localisé dans les calcaires cristallins au voisinage des roches vertes. Ajoutons que ces dernières sont très peu développées dans la région, et se rencontrent dans tous les cas en masses infiniment moins importantes que dans la vallée de la Navaccia et dans le sillon central qui lui fait suite vers le sud.

Gisements divers. — Indépendamment de ces mines, il a été fait de nombreuses recherches pour cuivre, au voisinage de la bande de roches ophiolitiques allongée dans le sens de ce sillon; la plupart d'entre elles ont démontré l'existence un peu partout de ces amas de minerais de cuivre.

De ce nombre sont :

Col de San-Quilico. — Les recherches faites sur les deux versants du col de San-Quilico et principalement sur celui du sud, au lieu dit : Erba Mora, à 450 mètres de distance du col et au bord de la route nationale, et qui ont déjà donné lieu à plusieurs demandes en concession. Le minerai y est constitué surtout par de la chalcopryrite presque chimiquement pure (*) et en d'autres points par un mélange en toutes proportions de cette chalcopryrite et de pyrite de fer.

Le minerai se présente ici sous la forme d'un amas très aplati, affectant grossièrement la disposition d'un filon, sensiblement vertical, qui, sur l'étendue de 170 mètres carrés environ (mesurés selon son plan) où il a été reconnu, présente une épaisseur réduite moyenne de 0^m,055 avec un maximum de 0^m,25.

Ces recherches ont donné environ 30 tonnes de minerai

(*) Des analyses faites à l'Ecole des Mines ont donné jusqu'à 24 p. 100 de cuivre métallique, sans traces appréciables d'éléments nuisibles au point de vue du traitement métallurgique, tels qu'arsenic ou antimoine.

Il existerait aussi dans ce minerai des traces de platine, mais pas d'or.

de première qualité et une dizaine de tonnes de minerais moins riche en cuivre, par suite de son mélange avec la pyrite de fer.

Casaluna. — Les quelques fouilles exécutées sous Castineta et Gavignano, aux environs de la rivière, affluent de la Casaluna, qui descend de Morosaglia, ont démontré l'existence, au milieu de masses importantes de diabase et de gabbro à grands éléments, de véritables filonnets de minerais cuprifères.

Ici, comme on le voit, le mode de gisement est un peu différent des précédents ; aussi le remplissage n'est-il plus le même et consiste-t-il surtout en cuivre gris.

Sermano. — D'anciennes recherches faites au nord de Sermano, près de la chapelle de Sant'Alessio au voisinage des roches serpentineuses associées aux diabases, n'ont donné que des résultats insignifiants ; nous les citons seulement pour montrer l'extrême diffusion de ces gisements cuprifères en Corse, et aussi en général leur peu d'importance.

Focicchia. — Les recherches exécutées entre Erbajola et Focicchia, au lieu dit : Frallace, au voisinage de la route et du ruisseau qui descend du col de San-Cervone, ont porté également sur un amas cuprifère situé au contact des schistes éocènes et d'un des nombreux pointements de roches vertes qui jalonnent une ligne à peu près droite allant du col de Campidondico à Altiani, et qui sont les dernières traces vers le sud de la grande venue diabasique et serpentineuse éocène des cantons de Sermano et de San-Lorenzo.

Ces recherches ont mis à découvert un petit amas de chalcoppyrite plus ou moins mélangée de pyrite de fer.

Un peu plus au sud, au lieu dit : Arena, sur la rive droite du ruisseau qui descend de la pointe Caracuto, et à 300 mètres sous la route de Focicchia, on retrouve un second gisement où les calcaires cristallins des épontes

renferment parfois des masses de plusieurs kilogrammes de cuivre natif.

Ce dernier caractère rapproche ce gisement de celui de Linguizetta, auquel il ressemble sous beaucoup de rapports ; comme lui, il est à la limite des terrains éocènes et des schistes lustrés, et la recherche d'Arena paraît même être entièrement dans ces schistes, comme la galerie de Linguizetta où l'on a rencontré le cuivre natif.

Vezzani. — A citer enfin, pour clore cette longue série de gisements cuprifères en relation avec les roches vertes éocènes, celui de Vezzani, qui est un peu différent des précédents, en ce sens que ces roches vertes n'affleurent pas, encore bien que leur existence en profondeur semble probable.

Les recherches peu étendues faites à 300 ou 400 mètres sous le village, au bord même de la route, ont mis en évidence l'existence d'une masse de plusieurs mètres cubes de chalcoppyrite plus ou moins mélangée de pyrite de fer. D'ailleurs, dans cette région, les terrains encaissants qui appartiennent à la série des schistes lustrés et amphiboliques (avec nombreuses variétés renfermant de la glaucophane et de la riebeckite) sont eux-mêmes imprégnés de pyrite, comme cela a lieu dans les gisements suivants dont il nous reste à parler (*).

Pyrite. — *Mines de Cardo et de Lancone.* — Ceux-ci ont donné lieu à l'institution de deux concessions, celle de Cardo, à l'ouest de Bastia (concedée le 18 juillet 1868 ; superficie, 236 hectares), et celle de Frangone, — ou mieux Lancone qui est le seul nom connu en Corse, — dans la gorge du Bevinco (concedée le 13 juillet 1878 ; superficie, 457 hectares) ; toutes deux d'ailleurs inexploitées depuis plusieurs années.

(*) Ce gisement a été concédé le 19 janvier 1897 (Concession de la Tania, 1.842^m 36).

Dans ces deux mines la pyrite de fer, plus ou moins cuivreuse, n'existe pas sous forme de filons ou d'amas, mais elle imprègne les schistes amphiboliques au point de former dans certaines couches un véritable minerai qui serait économiquement exploitable si, dans la plupart des cas, sa teneur en cuivre ne tombait au-dessous de 4 p. 100.

La zone d'imprégnation est plus ou moins épaisse selon les cas :

A Lancone, il y en a deux superposées presque horizontales et distantes d'une trentaine de mètres : l'inférieure, de beaucoup la plus épaisse, atteint jusqu'à 2 et 3 mètres de puissance, mais elle est souvent plus réduite ; la supérieure, bien plus mince, est aussi souvent plus riche en cuivre.

C'est d'ailleurs un fait assez fréquent, que la teneur en cuivre de ce minerai augmente quand l'épaisseur de la couche diminue.

A Cardo, la couche d'imprégnation est unique, elle a de 1 à 2 mètres de puissance avec, dans sa partie centrale, une couche de 0^m,50 de minerai presque massif, qui seul a été exploité, et est plus redressée qu'à Lancone (40 à 60°).

Jusqu'à 10 ou 15 mètres de la couche d'imprégnation, les schistes encaissants présentent des mouches de pyrite plus ou moins abondantes.

Dans chacune de ces mines la couche a été explorée sur plusieurs centaines de mètres par des galeries en direction.

Une petite usine de grillage avec cuves de lessivage et de cémentation pour la précipitation du cuivre a été installée autrefois à Cardo, mais elle est inactive depuis plus de dix ans.

Gisements divers. — Nous avons cité d'autres gîtes de cuivre à Argentella (Vallecalle), consistant en amas de

chalcoppyrite dans les schistes quartzo-argileux qui recouvrent les gneiss amphiboliques de la marine de Crovani, nous n'y reviendrons pas ici.

Des recherches pour cuivre (pyrite plus ou moins cuivreuse) ont eu lieu également au voisinage du hameau de Revinda, entre Cargèse et Marignana. Elles n'ont pas été couronnées de succès.

M. Hollande cite enfin l'existence du minerai de cuivre (phillipsite ?) à Vallecalle, Rapale, Canavaggio, Lento, etc. Nous n'avons pas connaissance de ces gisements qui, sans doute, sont peu importants, et où il n'a pas été fait de recherches, au moins dans les quinze dernières années.

CARRIÈRES.

Matériaux de construction. — Les matériaux de construction les plus divers abondent dans l'île, et nous n'avons pas l'intention d'en énumérer tous les gisements; nous nous bornerons à citer les localités qui nous ont paru plus particulièrement intéressantes, en raison des qualités exceptionnelles de leurs produits.

Granite. — Il existe de très belles variétés de granite porphyroïde exploitées ou susceptibles de l'être, à Algajola, près du cap Cavallo, au sud de Cargèse, entre Afa et le col de Listincone, entre Quenza et Zonza, à la marine de Porto-Vecchio, aux îles Lavezzi et Cavallo, et notamment à l'îlot de San-Bainzo où les Romains avaient ouvert plusieurs carrières et d'où ils ont tiré des fûts de colonnes de toutes dimensions.

Syénite. — La syénite de Matoni, au nord d'Ajaccio, est particulièrement à signaler à cause de ses belles teintes dans les tons rose chair, rose saumon et vert d'herbe. Étant données les facilités que présenterait son exploitation (la carrière n'est qu'à 4 kilomètres du port

d'Ajaccio, auquel elle est reliée par une bonne route) et ses qualités décoratives, il est étonnant que cette roche n'ait pas été jusqu'ici plus employée pour la construction ou la marbrerie.

Des roches semblables existent à Quenza et à Casamaccioli, mais leurs gisements sont malheureusement éloignés de tout port d'embarquement.

Protogine. — La protogine est également une fort belle roche, qui serait très recherchée si, d'une part, l'extrême abondance des matériaux en Corse, et, d'autre part, le peu de développement des travaux de construction d'un caractère tant soit peu architectural ne lui enlevaient tout son prix.

Elle est exploitée entre Lama et Urtaca, aux environs de Corte, et notamment dans la gorge de la Restonica, à Serraggio, à Ghisoni, etc. Elle a servi à la construction de plusieurs travaux d'art importants du chemin de fer entre Serraggio et Vivario, où elle existait pour ainsi dire à pied d'œuvre.

Diorite. — Il existe près d'Olmeto, de Paragino, de Mela, d'Aullène et en plusieurs autres localités de l'arrondissement de Sartène, des masses de diorite qui seraient susceptibles d'emploi dans la construction ou mieux dans la marbrerie (pierre de demi-deuil) et que Gueymard a déjà signalées.

La diorite orbiculaire de Sainte-Lucie de Tallano pourrait elle-même servir à des ouvrages de marbrerie, mais nous doutons qu'on puisse en extraire des blocs volumineux, comme l'indique cet auteur.

Porphyres. — Les porphyres du Monte Cinto, de la Paglia Orba, de l'Asco, du Niclo, sont certainement susceptibles de fournir à la marbrerie de fort beaux matériaux, en raison de la multiplicité et de l'éclat des teintes qu'on y observe.

Malheureusement, l'éloignement et la difficulté d'accès

des gisements en rendront toujours l'exploitation onéreuse.

Les pyromérides et microgranulites globulaires de Curzu, de Galeria et de Girolata sont aussi assez curieuses pour attirer l'attention des marbriers.

Porphyrites. — La coulée de porphyrite micacée et augitique de Porraccia, près de la marine de Sisco, a quelquefois été exploitée pour pierre de taille ; elle fournit des matériaux de bonne qualité et d'un certain cachet, malgré leur couleur terne (chaines d'angles de la gare de Bastia).

Serpentines. — Il existe en Corse des centaines de gisements de serpentine susceptibles d'une exploitation en vue de l'extraction de matériaux destinés à la marbrerie ou à la construction.

Une mention spéciale est à faire des variétés à diallage et à bastite, où ces minéraux ressortent sur le fond sombre de la roche, comme des incrustations aux teintes de laiton du plus bel effet. Il est vraiment extraordinaire que des gisements comme ceux du Monte Marcolinco, par exemple, situés à l'extrémité du cap Corse, au voisinage de la route nationale, à 6 kilomètres du port de Macinaggio, et d'où l'on pourrait extraire des milliers de mètres cubes de cette roche, sans qu'il fût nécessaire d'y faire aucun travail préparatoire, soient restés jusqu'ici à peu près inexploités. Bien que cette roche soit, sans contredit, l'une des plus belles au point de vue décoratif, c'est à peine si elle est connue sur le continent.

Euphotide. — L'euphotide désignée sous le nom de vert de Corse, vert d'Orezza, etc., a quelquefois été citée comme pierre susceptible d'exploitation pour la marbrerie. Gueymard, qui signale cette roche comme ayant servi à l'ornementation de la Chapelle des Médicis, à Florence, dit qu'elle était connue des Romains. Elle constitue dans tous les cas une roche bien curieuse par

la teinte vert d'herbe de son amphibole (smaragdite). Malheureusement, quoi qu'en dise Gueymard, elle ne nous paraît pas constituer des gisements exploitables, et les plus belles variétés ne se trouvent guère qu'en blocs épars dans le lit des torrents qui descendent du Monte Muffrate et de la pointe de Caldane, à la limite des vallées d'Orezza et d'Alesani.

Marbres. — Les cipolins de l'étage des schistes lustrés fournissent des marbres communs exploités en plus d'un point pour les besoins de l'île. Ceux de Corte sont particulièrement décoratifs (pont du Tavignano, près de la gare de Corte ; tribunal de Bastia, etc.).

Les cipolins d'Erbalunga, de Brando, du cap Sagro, etc., sont surtout exploités pour dalles plus ou moins épaisses servant au pavage des trottoirs (Bastia) et des maisons, ou employées comme marches d'escaliers, linteaux, pierres d'évier, etc.

On a aussi quelquefois exploité pour marbre, sous Oletta (brèche dorée d'Oletta), un calcaire plus ou moins bréchiforme, où dominant les teintes jaune et rouge violacé, faisant partie de l'étage infraliasique.

Cette brèche est d'un assez bel aspect décoratif ; toutefois son exploitation n'a pas pris, jusqu'ici, un bien grand développement.

Des calcaires semblables appartenant au même étage existent à Pietra-Bella, près de la grotte de Ponte-Lecia. Ils paraissent susceptibles de donner de beaux produits, mais ils n'ont jamais été exploités.

Ardoises. — Les schistes amphiboliques superposés aux cipolins, dans leurs variétés les plus fissiles, fournissent quelques ardoises de médiocre qualité, leur épaisseur descendant rarement au-dessous de 5 millimètres. Ils sont exploités dans ce but sous Guaitella, dans la commune de Ville-de-Pietrabugno, à Olmeta-di-Capo-Corso et en plusieurs autres localités du Cap. Les cipolins eux-

mêmes se débitent parfois selon les plans de stratification en dalles suffisamment minces (Erbalunga, Sisco) pour qu'il soit possible de les employer à la couverture des maisons; ces couvertures sont lourdes et pour cette raison résistent bien aux coups de libeccio (vent d'ouest) particulièrement violents dans le Cap.

Pierre à chaux. — Dans toute la zone des schistes lustrés, la pierre à chaux ne manque pas, puisque l'étago des cipolins en fournit abondamment et de bonne qualité. Les fours à chaux étant généralement à proximité des carrières, on peut dire que leur emplacement est caractéristique de l'existence de cette bande de cipolins dont nous avons signalé la présence à un niveau assez constant dans toute la région du nord-est de la Corse.

En dehors de ces cipolins, les calcaires du lias et ceux de la base de l'éocène sont presque partout exploités pour pierre à chaux (La Coscia, près Macinaggio; Capracotta, près Solenzara; La Penna, près Sari-di-Porto-Vecchio; le port de Favone; la Punta d'Aquella, près Conca; Barbaggio, Oletta, Palasca, Pietralba, Piedigriggio, Caporalino, Corte, etc.).

Dans les régions granitiques de l'ouest et du sud, l'absence de toute pierre pouvant donner de la chaux pour la cuisson est une des difficultés de la construction; il faut alors souvent aller la chercher très loin ou, ce qui est plus simple, mais aussi plus coûteux, la faire venir du continent. Aussi utilise-t-on dans ce but tous les calcaires, bons ou mauvais, que l'on a sous la main : calcaire carbonifère du Campitello, près d'Argentella; molasse miocène à Bonifacio; tufs quaternaires du port d'Arone, au sud-ouest de Piana, etc. D'ailleurs, dans la plupart des villages de la région granitique, une partie des maisons sont construites sans mortier à la chaux, les joints entre les moellons étant simplement garnis avec de la terre glaise, ce qui supprime la difficulté.

Pierre à plâtre. — Le gypse n'est connu qu'en un seul point, au col de San-Quilico, encore n'y existe-t-il qu'en masse insignifiante ; il n'a jamais été exploité.

Amiante. — Cette fibre minérale est un produit constant dans les schistes lustrés de la région du nord-est. On l'observe généralement sous forme d'auréole autour des massifs serpentineux, marquant leur ligne de contact avec les schistes amphiboliques. Cette auréole se réduit souvent à quelques centimètres d'épaisseur et ne peut donner lieu dans ce cas à aucune exploitation, mais il est rare qu'elle fasse complètement défaut. C'est dire qu'il ne peut être question de citer ici tous les endroits où ce minéral a été rencontré. Nous devons cependant signaler comme plus particulièrement désignées, au point de vue des recherches qu'on y pourrait faire, les localités suivantes : environs du col de San-Pietro et du col d'Orezza, à l'ouest de Piedicroce ; Saliceto, San-Lorenzo et plus généralement la région qui entoure le San-Pedrone ; environ de Moita, de Sant'Andrea di Cotone, au sud de Cervione ; de Lugodi-Nazza, de Piève, etc., etc.

Le gisement de Piétra Mala, au sud de Sant'Andrea, a, pendant plusieurs années (1887-1891), fourni à la consommation quelques centaines de tonnes d'amiante d'assez bonne qualité ; un petit atelier de lavage et de préparation avait même été créé pour le traitement de cette fibre dans le local des docks de Bastia. Dans ces dernières années la production a baissé, et le gisement paraît sinon épuisé, du moins insuffisant pour permettre une exploitation rémunératrice.

Argile. — L'argile servant à la fabrication des tuiles, des briques, des poteries diverses, est assez rare en Corse, et surtout sa qualité laisse beaucoup à désirer. Cette industrie est donc presque inconnue dans l'île, sauf en quelques rares localités du cap Corse.

EAUX MINÉRALES.

Généralités. — Nous terminerons ce chapitre en disant quelques mots des eaux minérales.

Celles-ci sont assez abondantes et peuvent se rattacher à deux types très différents, celui des bicarbonatées ferrugineuses et celui des eaux sulfurées sodiques.

Sources bicarbonatées ferrugineuses. — Les premières, que nous désignerons sous la dénomination générale d'eaux du type Orezza (*), du nom de la principale source et de la plus anciennement connue, sont toutes localisées dans le centre de la région occupée par les schistes sériciteux.

Elles sont au nombre d'une vingtaine environ, remarquablement groupées le long d'une droite orientée S. 7° E. (ligne MN de la carte, Pl. V), soit à peu près la direction moyenne de la crête du San-Pedrone, qui domine du côté de l'ouest le principal groupe de ces sources, celui de Rapaggio-Stazzona. Cette ligne, qui coïncide d'ailleurs *grosso modo* avec les cluses des vallées supérieures du Fium'Alto et de l'Alésani, paraît correspondre à une grande faille passant par le col de Sant'Antonio, situé entre Casabianca et Ortiporio, et par celui qu'emprunte la route nationale n° 197, entre les vallées d'Orezza et d'Alésani (**).

Dans ce qui va suivre nous passerons successivement en revue ces diverses sources et donnerons pour chacune d'elles ses principaux caractères.

(*) Il est bien entendu que nous n'entendons pas dire par là que toutes ces eaux aient exactement la même composition et partant les mêmes propriétés; à défaut d'autre preuve, les quelques analyses que nous donnerons plus loin prouvent surabondamment qu'il n'en est rien.

(**) Ce col est à 1.500 mètres environ à l'ouest de celui d'Arcarota par lequel passe l'ancien sentier muletier.

Caldane (*). — En remontant la route départementale n° 4, de Folelli à Piedicroce, qui côtoie le Fium' Alto dans toute sa longueur, on aperçoit au-delà du premier grand coude de cette rivière, dans les rochers situés sur sa rive droite, au bord du chemin, quelques suintements d'eau ferrugineuse, d'une saveur très légèrement acidulée; et abandonnant à l'air des dépôts ocreux, qui sont probablement déjà à rapporter à quelque griffon d'eau minérale du type Orezza. Il n'y a jamais été fait aucune recherche.

A 1.500 ou 1.800 mètres plus loin, tout à côté du pont de Scamarone et au point où se détache sur la gauche le chemin qui monte à Pruno, on rencontre sur la rive gauche de la petite rivière qui descend de ce village et tout près de son confluent avec le Fium' Alto, une source importante du même type, dénommée source de Caldane, bien que sa température ne soit que de 16°. Son débit est d'environ 8 litres à la minute.

Autorisée par arrêté ministériel du 24 décembre 1877, elle a été jusqu'ici assez peu exploitée.

D'après une analyse faite en 1878 à l'École des Mines, voici quelle serait la composition de cette eau (**).

Acide carbonique des bicarbonates.....	0 ^{gr} ,6870
— libre.....	1 ,5222
Bicarbonate de chaux.....	1 ,0152
— magnésie.....	0 ,1136
— fer.....	0 ,0153
Chlorure de sodium.....	0 ,0489
<i>A reporter.....</i>	<i>1^{gr},1930</i>

(*) Ce mot « Caldane », que nous verrons revenir souvent au cours de cette étude sous ses différentes formes: « Caldanelle », « Caldaniccia », ne devrait s'appliquer qu'aux eaux *thermales*; en fait, il désigne souvent, comme c'est ici le cas, des eaux minérales froides.

(**) Les résultats de cette analyse, ainsi que ceux cités plus loin pour les sources « Sorgente Sottana », « Pardina » et « Puzichello », sont extraits de l'ouvrage de MM. Jacquot et Willm, intitulé: *Les Eaux minérales de la France*. — Paris, Baudry, 1894.

	<i>Report</i>	1 ^{er} ,1930
Sulfate de soude.....		0 ,0295
— potasse.....		traces
— magnésie.....		0 ,0033
Silice.....		0 ,0260
Matières organiques.....		traces
	Total.....	1 ^{er} ,2518
Résidu fixe par litre.....		0 ,3847

Cette source de Caldane est celle qui s'éloigne le plus de la ligne idéale le long de laquelle sont groupées les autres sources du type Orezza.

La Porta d'Ampugnani. — Une autre source du même type, non autorisée et non captée, se voit en dehors de la vallée du Fium'Alto, au bord de la route qui monte à La Porta d'Ampugnani, et tout près du confluent du ruisseau descendant de ce village avec celui qui coule un peu plus au nord, au pied de la Chapelle San-Biaggio, sous Poggio-Marinaccio.

Le débit en est faible, environ 3 litres à la minute, et la température de l'eau est de 15°.

D'après l'analyse qu'en donne O. Henry, elle renfermerait très peu d'acide carbonique libre.

C'est non loin de cette source que se trouve le filon d'arsenic sulfuré dont il a été parlé plus haut ; l'analyse citée ci-dessus n'indique pas de traces d'arsenic dans cette eau.

Sources de la Castagniccia ou du pays d'Orezza. — Ces sources, les plus nombreuses et les plus abondantes, sont presque toutes situées dans les communes de Rapaggio et de Stazzona. Elles sourdent pour la plupart au fond du ravin où coule le Fium'Alto, qui sert de limite entre ces deux communes ; le plus grand nombre et les plus importantes sont sur sa rive droite, soit sur Rapaggio.

On en connaît aussi quelques-unes, mais moins abondantes, sur le versant opposé de la colline de Rapaggio, dans le bassin de la petite rivière qui se jette dans le Fium'Alto, au sud de l'ancienne forge d'Orezza.

Enfin la source de « Siala » est un peu en dehors de la vallée, dans la commune de Piedicroce, mais tout près de sa limite avec celle de Verdèse.

Toutes ces sources sans exception ont très certainement une origine commune, et la source départementale d'Orezza, de beaucoup la plus importante et la plus anciennement connue, doit être considérée seulement comme le centre d'une seule et même venue d'eaux minérales qui ne diffèrent entre elles que par les actions secondaire dues, soit à des mélanges avec de l'eau superficielle, soit à des différences locales dans la nature des terrains traversés.

Dans ce qui va suivre nous passerons en revue les principales d'entre ces sources, dans l'ordre où on les rencontre en allant du nord vers le sud.

1° Vallée du Fium'Alto. — Source du Pasteur. — Désignée successivement sous les noms de source Manfredi, source Tinturajo, source du Pasteur, cette source est la première que l'on rencontre en remontant le Fium'Alto. Elle sourd tout au bord de la rivière, sur sa rive droite. Le captage assez complet qui y a été fait a reporté le point d'émergence, qui était autrefois dans une espèce de grotte naturelle creusée dans la roche par les eaux de la rivière, à une dizaine de mètres plus à l'est, en un point qu'on peut considérer comme à l'abri des crues.

Sa température est de 14°, et le débit de 8 litres à la minute; elle a été autorisée par arrêté ministériel du 12 juillet 1892.

Sources Tascavuota et Piane. — Situées à quelques centaines de mètres au sud de la précédente et dans la même situation, soit au bord de la rivière, sur sa rive droite.

Température, 14°; débit, 4 litres à la minute. Autorisées par arrêté ministériel du 27 octobre 1878. Captage insuffisant.

Source départementale ou Sorgente Sottana. — La plus importante de toutes les sources de la région, celle qui a été longtemps la seule exploitée et qui fournit encore la plus grande partie de l'eau minérale de ce type consommée sur le continent.

Cette source a été autorisée par arrêté ministériel du 25 avril 1856, et déclarée d'intérêt public le 7 février 1865.

Elle est située à une cinquantaine de mètres du Fium'Alto, à une quinzaine au-dessus de son niveau moyen, au pied du coteau sur lequel est bâti Granajola, dépendance de Rapaggio. Un établissement appartenant au département y a été construit pour l'embouteillage et l'usage sur place de ces eaux, où se rendent pendant la saison chaude un certain nombre de baigneurs. Les expéditions annuelles moyennes sur le continent atteignent 400.000 bouteilles. L'eau d'Orezza est, en outre, vendue en Corse à un tarif très réduit (clause du cahier des charges).

La température de l'eau est de 14°; le débit d'au moins 20 litres par minute.

La composition de cette eau, bien connue sur le continent, serait, d'après Poggiale :

Acide carbonique (libre ou provenant des bicarbonates).....	25 ^r ,4678
Carbonate de chaux.....	0 ,602
— magnésie.....	0 ,074
— lithine.....	traces
— fer.....	0 ,128
— manganèse et de cobalt.....	traces
Sulfate de chaux.....	0 ,021
<i>A reporter.....</i>	<i>05^r,825</i>

284 ÉTUDE SUR LES GITES MINÉRAUX DE LA CORSE

<i>Report</i>	0 ^{gr} ,825
Chlorures alcalins.....	0 ,014
Alumine et silice	0 ,010
Arsenic.....	traces
Fluorure de calcium.....	traces
Matières organiques	traces
Total.....	0 ^{gr} ,849

Source Peretti. — Située sous la précédente, sur la rive droite du Fium'Alto, et presque dans le lit de cette rivière, de sorte qu'elle est inaccessible pendant les crues.

Parait être un filet échappé de la source départementale. Température, 14°; débit, 5 litres à la minute. Autorisée par arrêté ministériel du 7 août 1886.

Source Sorgente Soprana. — Située à flanc de coteau entre la Sorgente Sottana et Granajola. Cette source, non captée, non autorisée, et d'un faible débit parait être d'une nature un peu différente des précédentes; elle jouit de propriétés purgatives assez prononcées.

Elle n'a pas été utilisée jusqu'ici.

Sources diverses. — Une autre source non dénommée existe en amont de la source Peretti, dans la direction de Stazzona, mais elle est peu importante.

D'ailleurs, on peut dire qu'entre la source Peretti et celle du Pasteur, sur une longueur de 1.600 à 1.800 mètres, il existe sur les deux rives du Fium'Alto de très nombreuses sources minérales du même type, réduites souvent à un mince filet d'eau ou même à un simple suintement et qui passeraient inaperçues sans le dépôt ocreux caractéristique qu'elles abandonnent à l'air sur les parois des rochers où elles coulent.

2° Vallée de la rivière de Rapaggio et de Valle d'Orezza. — Cette vallée, qui s'ouvre à l'est de la crête séparant Granajola de Rapaggio et dont les eaux se déversent dans le Fium'Alto, à 300 mètres au-dessous de l'ancienne forge

d'Orezza, renferme comme la précédente de très nombreuses sources, dont aucune jusqu'ici n'a été utilisée et dont le débit et la minéralisation sont d'ailleurs plus faibles que celle de la vallée principale, ce qui pourrait simplement résulter de ce que leurs points d'émergence sont en général beaucoup plus élevés.

Ce sont en allant du nord au sud :

La source Mammuccia ;

Une source non dénommée ;

La source Saint-Georges ;

Les sources Sainte-Madeleine et Felice-des-Anglais ;

La source de la Pietra et deux autres non dénommées.

Ces sources sont groupées tout autour de Rapaggio et notamment dans le petit ravin situé entre ce village et Valle d'Orezza.

3° Vallée de la rivière de Verdèse. — Enfin c'est au bord du ruisseau qui descend de Verdèse, sur sa rive droite et partant dans la commune de Piedicroce, que se trouve la source de Siala, autorisée par arrêté ministériel du 30 août 1890.

Sa température est de 15°, et son débit de 8 litres par minute.

Sources de la vallée d'Alésani. — Source de Pardina.

— Immédiatement au sud de la crête qui sépare le Fium'Alto de l'Alésani et que franchit la route nationale n° 197 à la cote 819, on trouve, sur l'alignement déjà signalé, trois nouvelles sources du même type : l'une, celle de Pardina, est déjà assez connue sur le continent ; elle est située dans la commune de Tarrano, au bord de la rivière.

Sources de Perretti. — Deux autres sources non dénommées et non utilisées jusqu'ici, autrement que par les gens du pays, sont situées un peu plus bas, dans la commune de Peretti, sur la rive droite de l'Alésani.

La source de Pardina a été autorisée par arrêté ministériel du 1^{er} juin 1874. Sa température est de 12°, et son débit de 18 litres à la minute. La consommation moyenne annuelle de cette eau dépasse 100.000 bouteilles.

L'analyse de l'eau de Pardina, faite en 1873 à l'École des Mines, a donné les résultats suivants :

Acide carbonique des bicarbonates.....	05 ^r ,2476
— libre.....	1 ,4939
Bicarbonate de chaux.....	05 ^r ,3470
— magnésie.....	0 ,0358
— fer.....	0 ,0200
Chlorure de sodium.....	0 ,0120
— potassium.....	traces
Sulfate de magnésie.....	0 ,0102
Silice.....	0 ,0030
Matières organiques.....	0 ,0080
Total.....	05 ^r ,4360
Résidu fixe par litre.....	0 ,3100

Sources de la vallée du Bravone. — Les autres sources dont il nous reste à parler sont beaucoup moins connues que les précédentes; il est vrai de dire qu'elles sont aussi moins importantes et n'ont été utilisées jusqu'ici que par les habitants des localités où elles se trouvent.

Ces sources sont au nombre de quatre : trois sont situées au bord du Bravone, sous les villages de Matra et de Moïta, l'autre se trouve au voisinage du ruisseau, affluent de cette rivière, qui descend de cette dernière localité.

Nous ne connaissons pas la composition exacte de leur eau, l'analyse n'en ayant probablement jamais été faite; mais, d'après la saveur, c'est bien à de l'eau du type Orezza que l'on a affaire; la ressemblance est même frappante. L'une d'entre elles est seulement un peu plus magnésienne et même légèrement purgative, comme la Sorgente Sottana de Rapaggio.

Ces quatre sources sont situées très exactement sur l'alignement des sources d'Orezza et d'Alésani.

Pour mettre mieux en relief cet alignement des sources bicarbonatées ferrugineuses, nous avons repéré leur situation exacte sur une carte au $\frac{1}{80.000}$. En attribuant à chaque source un poids proportionnel à son débit, le centre de gravité de l'ensemble tombe à environ 500 mètres au sud-ouest de la source départementale d'Orezza, entre cette source et celle de Sainte-Madeleine de Rapaggio.

Sources sulfurées sodiques. — Les eaux dont il nous reste à parler sont loin de présenter un aussi remarquable groupement que les précédentes ; elles sont, au contraire, disséminées sans ordre apparent sur la presque totalité de la surface granitique de l'île.

Il y a lieu d'en faire un premier classement selon qu'elles sont chaudes ou froides :

Toutes les sources chaudes sans exception, — et ce sont de beaucoup les plus nombreuses, — sourdent des terrains granitiques.

Quant aux sources froides, elles paraissent avoir subi une dénaturation assez avancée, soit par leur mélange avec de l'eau superficielle, soit par suite d'actions sur les terrains qu'elles traversent. Elles sont toutes situées dans les schistes lustrés, et parfois même à la limite de ceux-ci et des terrains sédimentaires qui les recouvrent.

Voici l'énumération de ces sources, telles qu'elles se présentent du nord au sud, avec les principaux caractères de chacune d'elles.

Sources chaudes émergeant du granite. — **Guagno.** — Ces sources sont situées dans la commune de Poggiolo, près de la rivière de Guagno, à 12 kilomètres à l'est du village de Vico, auquel l'établissement thermal est réuni par une route départementale.

Elles sourdent du granite normal, qui est la roche dominante dans la région.

La source principale, ou Grande-Source, a une température de 52°; son débit est de 58 litres à la minute.

Il en existe une autre, dite « Source des yeux », moins abondante (6 litres à la minute) et moins chaude (36°), à une centaine de mètres de la source principale.

Grâce à une installation relativement confortable, les sources de Guagno sont parmi les plus fréquentées de la Corse. Une partie de l'établissement, qui est la propriété du département, est réservée aux militaires.

L'eau de Guagno est sulfureuse sodique et dépose en abondance de la barégine; elle est très semblable aux eaux sulfurées des Pyrénées.

Ces sources ont été déclarées d'intérêt public le 7 septembre 1840.

Caldanelle. — Cette source est située à l'ouest de Vico, au bord du ruisseau de Balagna, sous la route nationale n° 195, à laquelle elle est rattachée par un petit chemin muletier.

Les deux sources voisines, qui sourdent du granite, ont une température de 34°, leur débit est de 25 litres par minute. Elles sont à peine utilisées.

Leur nature est sensiblement la même que celle des eaux de Guagno.

Caldaniccia. — La source de Caldaniccia est située à l'origine de la plaine alluviale de la Gravona, à un peu moins de 9 kilomètres d'Ajaccio par la route, et à 50 mètres de la première station du chemin de fer d'Ajaccio à Bastia. Elle sort du granite granulitisant qui constitue le mamelon de Monte Sant'Angelo.

L'eau sulfureuse sodique a une température de 37°; le débit est de 14 litres par minute. Elle est relativement peu utilisée, malgré sa proximité d'Ajaccio, la malaria rendant inhabitable la plaine du Campo dell'Oro de juin à

octobre. L'établissement de Caldaniccia est d'ailleurs assez primitif.

La source est déclarée d'intérêt public depuis le 2 décembre 1832.

Guitera. — Cette source est située à 3 kilomètres à l'ouest de Zicavo ; elle sourd près du lit du Taravo, à la limite du granite normal et des gneiss, qui forment une bande large de 2 kilomètres, orientée N. O. — S. E. entre Guitera et Zicavo.

Le captage, fait en 1835, est très simple et consiste en un puits en maçonnerie de 4 mètres de diamètre intérieur et de 1^m,80 de hauteur, qui coiffe les griffons. Deux établissements s'alimentent à ce puits. L'eau est à la température de 37°, le débit de la source est de 60 litres à la minute. Ces eaux sont assez fréquentées.

Orbalacone. — La source d'Orbalacone, désignée sur la carte d'État-Major sous le nom de « Bains de Taccana », est située dans la commune de Zigliara, à quelques mètres sous la route nationale d'Ajaccio à Sartène, sur la rive droite du petit affluent du Taravo qui descend de Sainte-Marie-Siché. Cette eau, qui a une température de 32° et un débit de 30 litres à la minute, est utilisée seulement par les gens du pays dans un établissement des plus primitifs.

Sollacaro. — Une source de même nature, mais froide, existe au sud-ouest de la précédente, à 4 kilomètres environ du village de Sollacaro, dans la vallée du Taravo, au lieu dit La Giunca.

Elle n'est pas captée et n'est utilisée jusqu'ici que par les gens du pays. Elle est très efficace, paraît-il, pour les maladies d'yeux et la guérison des plaies.

Baracci. — La « caldane » de Baracci appartient évidemment au même groupe que les précédentes ; elle est située à 1 kilomètre à l'est de la route nationale d'Ajaccio à Sartène, au fond du golfe de Valinco. Le village qui en est le plus proche est Propriano.

L'eau minérale sourd à la surface du granite granulitisant qui constitue la masse des terrains environnants, qui en cet endroit sont recouverts sur 8 à 10 mètres d'épaisseur par les alluvions de la petite rivière de Baracci. Autrefois il n'existait qu'un puits profond de 5 mètres, où se rassemblait l'eau minérale plus ou moins boueuse qui filtrait à travers ces terrains d'alluvion. En 1886, on y a construit un petit établissement et on a foré deux sondages jusqu'à la rencontre du granite à la profondeur de 10 mètres. L'eau minérale obtenue par ces sondages a une température de 47°; le débit est d'environ 50 litres à la minute. Par contre, la température de l'eau de l'ancien puits de captage, distant de 8 mètres du sondage le plus rapproché, est tombée à 18°, et son volume a beaucoup diminué. On ne s'en sert plus que pour obtenir par mélange avec l'eau chaude la température convenable pour les bains.

Cette source est autorisée par arrêté ministériel du 25 août 1881.

Tallano. — Gueymard, qui a visité cette source en 1820-1821, en parle en ces termes :

« Les eaux thermales du Tallano sont sur la rive
« gauche du Fiumicicoli, au bord du torrent. Elles
« sourdent dans un bassin en maçonnerie qui a 6 mètres
« de longueur, 2^m,00 de large et 0^m,60 à 1 mètre de pro-
« fondeur.

« Ce bassin n'est point couvert, et, comme à Baracci,
« les malades se retirent sous des tentes de feuillage,
« après avoir passé une heure dans ces eaux thermales.
« Il n'y a ni maison, ni baraque, ni moyen de se procurer
« des provisions. Il faut emporter tout ce qui peut être
« nécessaire. Ces eaux ont 31° Réaumur. Elles laissent
« dégager, comme les précédentes, beaucoup d'hydrogène
« sulfuré. »

Nous avons visité cette source en 1887, et la descrip-

tion qu'en donne Gueymard, sauf l'assimilation à Baracci, s'y applique encore à la lettre.

La température de cette « Caldane » est de 39 à 40°, et le débit d'environ 15 litres à la minute.

Le terrain d'où elle sourd est constitué par un beau granite à feldspath rose ; c'est à 2 kilomètres environ au nord-est de cette source, près de la pointe Campolaccia, que se trouve le gisement de la diorite orbiculaire.

Les autres sources sulfureuses dont il nous reste à parler sont situées sur le versant oriental.

Travo. — Dans le lit de la rivière du Travo il existe deux petites sources minérales sulfureuses non captées, et où l'eau est, selon toute vraisemblance, mélangée d'eau d'infiltration. Elle est, malgré cela, un peu chaude et dépose en abondance de la barégine. Nul doute qu'elle ne soit de même nature que celle des sources de Pietrapola, situées à 7 kilomètres plus au nord.

L'une de ces sources a son point d'émergence sur la rive droite du Travo tout à fait au bord de la rivière, un peu au-dessus du hameau de Corlo ; elle sourd au contact de la granulite et des schistes éocènes qui les recouvrent. Il existe en outre tout au voisinage de ce point un filon de porphyre pétrosiliceux assez important.

La seconde est située un peu plus haut, toujours au bord du Travo, à quelques centaines de mètres en aval de son confluent avec le ruisseau de Thisa ; elle sort de la granulite, qui, là, n'est plus recouverte par les formations éocènes.

Pietrapola. — Nous terminerons la série des eaux sulfurées sodiques chaudes par la description des sources de Pietrapola, qui sont parmi les plus belles et les plus fréquentées de la Corse.

Si l'on en croit Gueymard, qui a fait de ces bains une description pittoresque, laquelle ne correspond plus tout à fait à la vérité, par suite des aménagements apportés

aux sources depuis qu'il les visita, la célébrité de ces eaux remonterait aux Romains, qui y auraient fondé un établissement au temps où la colonie de Sylla occupait Aleria. Quoi qu'il en soit, il ne reste aucune trace de construction romaine à Pietrapola, pas plus d'ailleurs qu'à Aleria, et ce point d'histoire reste tout entier à élucider.

Les sources de Pietrapola — il y en a quatre ou cinq très voisines les unes des autres — sourdent au milieu du granite, au bord et sur la rive gauche de la rivière d'Abatesco, en un point qui est très voisin du contact entre ce granite et la protogine gneissique qui s'y termine en pointe ; à 300 mètres à l'est commencent les schistes lustrés qui reposent directement sur cette dernière roche. Au sud de la rivière d'Abatesco, toutes ces formations disparaissent sous les terrains éocènes qui occupent les collines s'étendant sur les communes de Serra di Fium' Orbo, Ventiseri et Solaro.

Les quatre ou cinq sources utilisées au petit établissement construit sur le bord de la rivière doivent être considérées comme des diramations d'une seule et même venue d'eau, et un captage sérieux réunirait probablement la plupart d'entre elles. Toutes ces sources (Grande Source, Petite Source, Doccia, Pozzo Spiritato) n'ont pas une température constante, et les variations atteignent 5 à 6° selon les crues ou les maigres de la rivière voisine et les saisons. Une partie seulement de l'eau est utilisée, et l'une des sources qui émerge au pied du mur de soutènement de l'établissement se perd même complètement dans la rivière en donnant un abondant dépôt de barégine rouge.

La température maxima observée est de 58°, mais la grande source qui alimente presque à elle seule l'établissement se tient généralement au voisinage de 55°. Une autre, dite source froide, n'a que 35°. Le débit total de ces sources peut atteindre 50 à 60 litres à la minute.

Il existe à environ 1.800 mètres en amont de Pietrapola, au bord de la rivière, une autre source sulfureuse de moindre importance, qui jusqu'ici est restée sans emploi.

Une route départementale d'un peu moins de 10 kilomètres se détache de la route nationale n° 198, près de Migliacciaro, et conduit à ces bains, qui sont assez fréquentés, surtout par les habitants du versant oriental de la Corse.

Sources sulfurées froides. — Sous cette rubrique nous désignons des sources sulfurées calciques qui paraissent dériver des précédentes par voie d'altération et en sont assez distinctes pour qu'il y ait lieu d'en faire une catégorie à part.

Puzzichello. — L'établissement de Puzzichello, situé au nord du village d'Aghione et aujourd'hui desservi par la ligne du chemin de fer de la côte orientale, est l'un des plus fréquentés de la Corse.

Les eaux sulfurées calciques qu'on y utilise sont tout à fait différentes des précédentes et ont des propriétés tout autres. Elles sont d'ailleurs froides (17°), et sourdent au milieu des formations miocènes qui occupent une étendue considérable sur la côte orientale, entre le phare d'Alitro et Vadina, au sud d'Aleria.

Le débit des deux sources de Puzzichello est d'environ 11 litres par minute.

La composition des eaux est donnée par l'analyse suivante, faite par Loetscher, en 1842 :

Hydrogène sulfuré.....	0 ^{gr} ,0470
Carbonate de chaux.....	0 ,2175
— magnésie.....	0 ,1010
Sulfate de chaux.....	0 ,0999
— magnésie.....	0 ,0407
<i>A reporter.....</i>	<i>0^{gr},4591</i>

294 ÉTUDE SUR LES GÎTES MINÉRAUX DE LA CORSE

<i>Report</i>	0 ^{gr} ,4591
Sulfate de soude.....	0 ,1314
Chlorure de sodium.....	0 ,0692
— magnésium.....	0 ,0124
Silice.....	0 ,0100
Matière bitumineuse.....	0 ,0145
Glairine.....	indéterminée
Total.....	0 ^{gr} ,6866

Vadina. — Une source de même nature que celle de Puzzichello, mais beaucoup moins importante, est située auprès du hameau de Vadina, dépendance d'Aleria, au milieu du calcaire à Clypéastres.

Fajo. — Enfin il en existe une autre, également peu importante, à 125 mètres au nord de la route nationale de Corte à Aleria, au lieu dit Fajo (borné kilométrique 32^{km},500), dans un petit ravin qui débouche dans la vallée principale à l'est d'un grand méandre du Tavignano. L'eau en est sulfureuse, calcique, froide, et rappelle celle de Puzzichello. Elle sort des schistes lustrés.

Sources diverses. — *Aquacetosa.* — A mi-distance entre Migliacciaro et Ornaso, au pied des collines éocènes de Serra-di-Fium'Orbo, soit à 2 kilomètres au sud de la route de Pietrapola, se trouve une source froide bicarbonatée sodique très nettement minérale, dénommée par les gens du pays « Aquacetosa », et qui n'a pas été utilisée jusqu'ici.

Fontanello. — Enfin, à 2 kilomètres au nord de Kamiesch (Solenzara), sur le côté ouest de la route nationale, en face du marais désigné sous le nom d'étang de Péri, on nous a signalé l'existence d'une source sulfureuse ferrugineuse qui n'est jusqu'ici ni captée ni utilisée.

Ces deux dernières sources sont très différentes des précédentes et n'ont pas d'équivalent en Corse.

Bordeaux, mars 1897.

LÉGENDE DÉTAILLÉE DE LA PLANCHE V.

Carte des gîtes minéraux de la Corse à l'échelle de 1/640.000*.

Gisements miniers (*).

Houille anthraciteuse. — *Osani*.

Lignite (éocène). — Poggio d'Oletta ; Palasca ; Ponte-Leccia (?).

Fer. — Fer oxydulé dans les serpentines anciennes : *Farinole-Olmeta* ; versant ouest du Monte Alticcione.

Fer oligiste dans les schistes amphiboliques : Venzolasca.

Fer oligiste dans les gneiss et granites : Moca-Croce.

Manganèse. — Manganèse hydroxydé dans les schistes amphiboliques : Valle-di-Campoloro ; Bisinchi.

Chrome. — Fer chromé dans les serpentines anciennes : en petites quantités dans diverses localités du Cap Corse.

Antimoine. — Antimoine sulfuré (accompagné accidentellement de cinabre) dans les schistes sériciteux : *Ersa* ; *Méria* ; *Luri* ; Rogliano ; Tufi Bianchi ; etc.

Antimoine sulfuré dans les schistes précambriens de l'ouest : Tetti.

Arsenic. — Arsenic sulfuré (orpiment et réalgar) dans les schistes amphiboliques : Porta d'Ampugnani ; Matra.

Plomb et zinc. — Blende et galène plus ou moins argentifère. Dans les schistes amphiboliques : *Prato*.

— Dans les schistes précambriens : *Tartagine* ; montagnes entre Asco et Tartagine ; Pietralba ; Bocca-Bassa.

— Dans la granulite : *Monticello* ; *Argentella* ; Monte-Grosso ; Corscia ; Casamaccioli.

Cuivre. — Chalcopryrite, cuivre gris, cuivre natif, dans les serpentines associées aux diabases éocènes, et au contact des schistes éocènes : *Saint-Augustin* ; *Ponte-Leccia* ; *Linguizetta* ; Navaccia ; Pietralba ; San-Quilico ; Soveria ; Casaluna ; Sermano ; Focicchia ; Vezzani.

Chalcopryrite, dans les schistes précambriens : *Vallecalle* (*Argentella*).

Pyrite cuivreuse dans le granite : Revinda.

Pyrite de fer. — Pyrite plus ou moins cuivreuse, en imprégnation dans les schistes amphiboliques : *Cardo* ; *Lancone* ; *Tama*.

(*) Les gisements concédés sont indiqués en *italiques* sur cette légende, et sont soulignés sur la carte.

Matériaux exploités en carrière.**Matériaux de construction et d'ornementation.**

- Granite.** — Algajola ; cap Cavallo ; Iles Lavezzi ; Porto-Vecchio ; etc.
Syénite. — Matoni, près Ajaccio ; Quenza ; etc.
Protogine. — Corte ; Lama ; Urtaca ; Serraggio ; Ghisoni.
Diorite. — Olmeto ; Aullène ; Méla ; Tallano (diorite orbiculaire).
Porphyre. — Niolo (nombreuses localités).
Porphyrite. — Porraggia (Sisco).
Serpentine. — Monte Marcolinco (Ersa) et nombreuses localités dans le Cap Corse.
Euphotide (vert de Corse). — Vallées d'Orezza et d'Alésani.
Marbre (calcaires cipolins) : Erbalunga ; Brando ; cap Sagro (dalles) ; Bastia ; Corte ; etc.
Marbre (infralias) : Brèche dorée d'Oletta ; Pietrabella près Ponte-Leccia.
Ardoises (schistes amphiboliques). — Ville-di-Pietrabugno.
Pierre à chaux :
Cipolins. Très nombreuses localités du cap Corse et de la partie nord-est de l'île.
Carboniférien : Campitello ; Barbaggio.
Infralias : La Coscia (Macinaggio) ; Capracotta (Solenzara) ; P^{ra} d'Agnello (Conca) ; Oletta ; Pietrabella ; Piedigriggio ; etc.
Eocène : Pietralba ; Palasca ; Port de Favone ; Sari-di-Porto-Vecchio ; etc.
Miocène : environs de Saint-Florent ; Vadina (Aleria) ; Bonifacio.
Tufs quaternaires : Port d'Arone (Piana).
Pierre à plâtre (Trias). — San-Quilico.
Amiante. — En auréoles autour des serpentines anciennes : Pietra-Mala, près Sant'Andrea-di-Cotone ; col de S. Pietro ; col d'Orezza ; Saliceto ; San-Lorenzo ; Moïta ; Lugo-di-Nazza ; Pieve ; etc.
Argile. — Cap Corse et divers.

Sources minérales.

- Bicarbonatées ferrugineuses** (type Orezza). — Sources : Sorgente Sottana ou Départementale ; Pardina ; Caldane ; Porta d'Ampugnani ; Siala ; du Pasteur ; Tascavuota ; Piane ; Peretti (Stazzona) ; Sorgente Soprana ; Mammuccia ; Saint-Georges ; Sainte-Madeleine ; Rapaggio ; Peretti (Alésani) ; Moïta ; etc.
 MN, Alignement général de ces sources.
Sulfurées sodiques. — Chaudes : Guagno ; Caldane ; Caldaniccia (Ajaccio) ; Guitera ; Orbalacone ; Sollacaro ; Baracci ; Tallano ; Travo ; Pietrapola ; etc.
Froides : Puzichello ; Vadina ; Fajo.
Bicarbonatées sodiques et calciques, et divers. — Aquacetosa ; Fontanello.

THÉORIE MATHÉMATIQUE DE LA MACHINE A VAPEUR

ACTION DES PAROIS

Par M. J. NADAL, Ingénieur au Corps des Mines.

La thermodynamique nous renseigne sur l'allure générale de l'évolution de la vapeur dans un cylindre de machine, et elle a permis d'établir, avec une complète exactitude, la théorie de la machine à vapeur parfaite, c'est-à-dire de la machine idéale où on pourrait réaliser exactement l'un des cycles à rendement maximum que cette science a fait découvrir. Mais la machine à vapeur réelle diffère singulièrement de la machine idéale en raison des phénomènes thermiques (condensations sur les parois, refroidissement extérieur du cylindre, action des espaces morts) et mécaniques (laminage de la vapeur, frottements, fuites), dont le cylindre est le théâtre, et qui ont pour résultat de déformer le cycle théorique fondamental. D'ailleurs, parmi toutes les causes de pertes, les condensations sur les parois sont de beaucoup les plus importantes.

Pour que la théorie de la machine à vapeur fût complète, il faudrait pouvoir faire une analyse mathématique exacte de tous ces phénomènes thermiques et mécaniques. On a admis jusqu'ici, comme Hirn le disait en 1876, qu'il est absolument impossible d'édifier *a priori* une théorie de la machine à vapeur d'eau d'un caractère scientifique et exact. Cette impossibilité n'est pas prouvée.

Les échanges de chaleur entre la vapeur et les parois métalliques des cylindres reposent évidemment, tout au moins dans leur allure générale, sur les lois ordinaires de la propagation de la chaleur entre deux corps. Ici l'un de ces corps est un métal absorbant facilement la chaleur et l'autre un fluide complexe (vapeur humide) constituant une source de chaleur à température sensiblement constante dans tous les points de l'espace que ce fluide occupe, mais variable avec le temps. Ces lois de la propagation de la chaleur ne sont pas modifiées par le fait qu'une pellicule liquide peut recouvrir la surface du métal, c'est-à-dire se trouver interposée entre la source et le solide échauffé; de là ne peut résulter qu'une modification du pouvoir absorbant du métal, mesuré par le coefficient de conductibilité extérieure. On s'expliquera plus tard sur les variations de ce coefficient.

La théorie mathématique de la propagation de la chaleur entre une source, dont la température varie avec le temps, et un corps solide peut s'établir, comme je vais le démontrer, avec une rigoureuse exactitude et toute la généralité nécessaire.

CHAPITRE I.

Théorie de la propagation de la chaleur dans un mur chauffé par une source de chaleur à température variable.

I. — Dans un mémoire antérieur (*Étude théorique du rendement réel des machines à vapeur; Annales des Mines*, juin 1893) j'ai exposé une méthode donnant l'intégrale générale des équations différentielles du mouvement de la chaleur dans un mur chauffé par une source à température variable, dans le cas où ce mouvement

s'effectue en ligne droite normalement à la surface plane en contact avec la source et ne se propage que sur une faible épaisseur de la paroi.

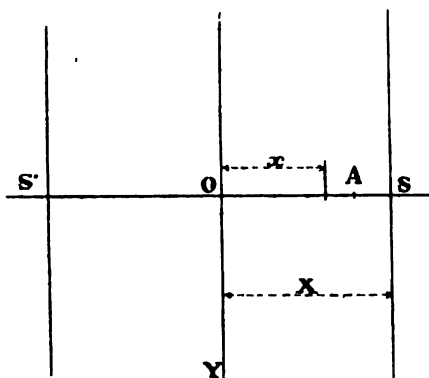


FIG. 1.

En appelant :

V , la température au temps t en un point quelconque de la paroi dont l'épaisseur est X ;

θ , la température de la source, variable en fonction de t , le zéro des températures étant la température θ_0 de la source pour $t = 0$;

K , le coefficient de conductibilité intérieure;

C , la chaleur spécifique;

D , la densité du métal qui constitue la paroi;

h , le coefficient de conductibilité extérieure ou le pouvoir absorbant;

les équations différentielles du mouvement de la chaleur sont au nombre de trois, à savoir :

1° Celle qui exprime la propagation dans l'intérieur de la paroi :

$$(1) \quad \frac{dV}{dt} = \frac{K}{CD} \frac{d^2V}{dx^2}, \quad \text{ou} \quad \frac{dV}{dt} = k \frac{d^2V}{dx^2} \text{ en posant: } \frac{K}{CD} = k;$$

2° Celle qui exprime la propagation de la chaleur sur la surface en contact avec la source :

$$(2) \quad K \left(\frac{dV}{dx} \right)_{x=x} = h \left[\theta - (V)_{x=x} \right];$$

3° Celle qui exprime l'état initial du mur :

$$(3) \quad (V)_{t=0} = F(x),$$

$F(x)$ étant une fonction connue.

Dans l'hypothèse où la chaleur ne pénètre qu'à une profondeur SA , rien ne sera changé au mouvement de la chaleur dans la paroi OS , si je suppose que cette paroi fasse partie d'un mur d'épaisseur double et tel que tout soit symétrique par rapport au plan médian OY .

L'intégrale générale des équations différentielles ci-dessus est dans ce cas :

$$(4) \quad V - \theta = \sum \frac{4n \int_0^x F(x) \cos nx dx}{2nX + \sin 2nX} \cos nx e^{-kn^2 t} \\ - \sum \frac{4 \sin nX}{2nX + \sin 2nX} \cos nx \int_0^t e^{-kn^2(t-\tau)} d\tau,$$

les quantités n étant les racines de l'équation transcendante :

$$(5) \quad \frac{nX}{\cotg nX} = \frac{hX}{K},$$

et la somme \sum devant comprendre toutes les racines positives de cette équation.

II. — Malgré mon désir d'éviter le plus possible tous développements purement mathématiques, je crois nécessaire de montrer comment on peut vérifier que l'intégrale trouvée satisfait effectivement aux trois équations de

conditions (1), (2) et (3), afin qu'il ne subsiste dans l'esprit aucun doute sur l'exactitude d'une équation dont les conséquences pratiques sont extrêmement importantes dans l'industrie des machines à vapeur.

Faisons d'abord la vérification de la condition (2).

En différentiant (4) par rapport à x et en faisant dans la dérivée ainsi obtenue $x = X$, il vient :

$$(6) \quad \left(\frac{dV}{dx}\right)_{x=X} = - \sum \frac{4n \int_0^X F(x) \cos nx dx}{2nX + \sin 2nX} n \sin nXe^{-kn^2t} \\ + \sum \frac{4 \sin nX}{2nX + \sin 2nX} n \sin nX \int_0^t d\theta e^{-kn^2(t-\tau)}$$

Or, la valeur de $\frac{h}{K}(\theta - T)$ s'obtient en faisant dans (4) : $x = X$, après avoir changé le signe du second membre et multiplié par $\frac{h}{K}$. On a donc, T étant égal à V , pour $x = X$:

$$(7) \quad \frac{h}{K}(\theta - T) = - \sum \frac{4n \int_0^X F(x) \cos nx dx}{2nX + \sin 2nX} \frac{h}{K} \cos nXe^{-kn^2t} \\ + \sum \frac{4 \sin nX}{2nX + \sin 2nX} \frac{h}{K} \cos nX \int_0^t d\theta e^{-kn^2(t-\tau)}.$$

On voit que les seconds membres des expressions (6) et (7) sont égaux si on a :

$$n \sin nX = \frac{h}{K} \cos nX.$$

Cette condition, qui n'est autre que la relation (5), est effectivement satisfaite.

Vérifions maintenant l'équation (1).

On a, en différentiant (4) par rapport à t :

$$(8) \quad \frac{dV}{dt} = \left\{ \begin{aligned} & \frac{d\theta}{dt} - \sum \frac{4n \int_0^x \bar{F}(x) \cos nx dx}{2nX + \sin 2nX} kn^2 \cos nx e^{-kn^2 t} \\ & + \sum \frac{4 \sin nX}{2nX + \sin 2nX} kn^2 \cos nx \int_0^t d\theta e^{-kn^2(t-\tau)} \\ & - \sum \frac{4 \sin nX}{2nX + \sin 2nX} \cos nx \frac{d\theta}{dt}. \end{aligned} \right.$$

En effet, dans le deuxième membre de (4), on trouve à différentier le second terme qui est une intégrale définie dont une des limites, t , est variable. On sait que, étant donnée une intégrale définie :

$$u = \int_a^b f(x, t) dx$$

à différentier par rapport à t dans le cas où a et b sont fonction de t , on a :

$$\frac{\partial u}{\partial t} = \int_a^b \frac{\partial f}{\partial t} dx + f(b, t) \frac{\partial b}{\partial t} - f(a, t) \frac{\partial a}{\partial t}.$$

Donc, si je pose :

$$u = \int_0^t \frac{d\theta}{d\tau} e^{-kn^2(t-\tau)} d\tau,$$

il vient, en différentiant par rapport à t :

$$\frac{\partial u}{\partial t} = \int_0^t -kn^2 \frac{d\theta}{d\tau} e^{-kn^2(t-\tau)} d\tau + \frac{d\theta}{dt}.$$

Prenons maintenant la dérivée seconde par rapport à x de l'intégrale (4), on a :

$$(9) \quad \frac{d^2 V}{dx^2} = - \sum \frac{4n \int_0^x \bar{F}(x) \cos nx dx}{2nX + \sin 2nX} n^2 \cos nx e^{-kn^2 t} \\ + \sum \frac{4 \sin nX}{2nX + \sin 2nX} n^2 \cos nx \int_0^t d\theta e^{-kn^2(t-\tau)}.$$

En comparant les expressions (8) et (9), on voit que, si, dans (8), le premier et le quatrième terme du second membre se détruisent, c'est-à-dire si on a :

$$(10) \quad \frac{d\theta}{dt} \left[1 - \sum \frac{4 \sin nX}{2nX + \sin 2nX} \cos nx \right] = 0,$$

les termes qui subsistent dans $\frac{dV}{dt}$ seront égaux respectivement aux termes de $\frac{d^2V}{dx^2}$ (9) multipliés par k . Alors la condition (1) sera satisfaite.

Avant d'examiner si la relation (10) est vraie, faisons la vérification de la condition (3). Il faut pour cela poser $t = 0$ dans l'intégrale (4). Pour $t = 0$, on a $\theta = 0$, puisqu'on a pris comme zéro des températures la température initiale de la source. Il vient alors :

$$(11) \quad (V)_{t=0} = \sum \frac{4n \int_0^X F(x) \cos nx \, dx}{2nX + \sin 2nX} \cos nx.$$

Pour que la condition (3) soit réalisée, il faut que le second membre de (11) soit égal à $F(x)$, état initial des températures dans le mur.

Fourier a démontré (*Théorie analytique de la chaleur*, pp. 513 et suivantes) que, si une fonction quelconque $F(x)$ peut être développée en une série de cosinus d'arcs nx , les quantités n étant les racines de l'équation transcendante :

$$n \operatorname{tang} nX = C^w,$$

on a identiquement, pour une valeur quelconque de x comprise entre 0 et X :

$$F(x) = \sum \frac{4n \int_0^X F(x) \cos nx \, dx}{2nX + \sin 2nX} \cos nx,$$

cette somme devant comprendre toutes les racines positives de l'équation transcendante.

Si je fais $F(x) = 1$, on a l'identité suivante :

$$1 = \sum \frac{4 \sin nX}{2nX + \sin 2nX} \cos nx.$$

Par conséquent, les conditions (10) et (11) sont vérifiées pour toutes les valeurs de x comprises entre 0 et X .

Quant à la possibilité de développer une fonction en une série de cosinus d'arcs $n\pi x$, que Fourier avait admise sans démonstration, elle a été démontrée par M. Poincaré (*Théorie analytique de la propagation de la chaleur*; Paris, Carré, 1895) et est la conséquence d'une théorie de Cauchy sur le développement d'une fonction arbitraire en série de forme déterminée.

III. — L'intégrale générale (4) s'applique exactement aux parois planes des cylindres de machines à vapeur et

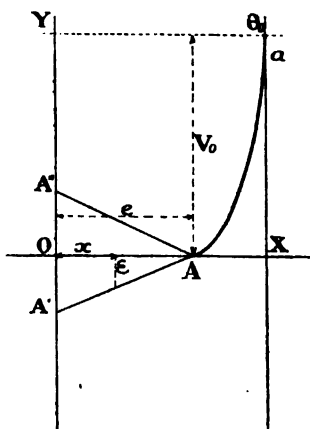


Fig. 2.

approximativement aux parois cylindriques. Mais, pour faire cette application, il faut d'abord déterminer la fonction $F(x)$, qui représente l'état initial des températures dans la paroi, en se basant sur ce que la température θ de la source est une fonction périodique du temps.

L'expérience montre que le flux de chaleur échangé entre la vapeur et la paroi d'un cylindre ne pénètre qu'à une profondeur limitée, jus-

qu'en A par exemple (*fig. 2*), et que le restant OA de la paroi est, par suite, soumis à un régime constant. La

paroi perd de la chaleur à l'extérieur, si elle est baignée par l'air ambiant, ou en reçoit, au contraire, si elle est plongée dans un milieu ayant une température plus élevée que la sienne propre (cas des enveloppes de vapeur). Dans les deux cas l'état de la température de la partie OA sera représenté par une droite : AA', s'il y a refroidissement extérieur; AA'', s'il y a réchauffement extérieur. Dans la partie AX de la paroi, l'état de la température est représenté par une courbe inconnue Aa, qui est tangente en A soit à AA', soit à AA''.

Il s'agit de trouver quelle est cette courbe Aa, à l'origine du temps, c'est-à-dire au commencement d'une révolution, lorsque la marche de la machine est uniforme.

Pour simplifier, nous remarquerons que, dans les machines sans enveloppe de vapeur tout au moins, l'échange extérieur de chaleur est faible comparativement aux quantités de chaleur échangées intérieurement, d'où il suit que la droite AA' est très rapprochée de l'horizontale OA. Ce fait a été vérifié expérimentalement par M. Bryan Donkin. Nous pourrions donc supposer tout d'abord que AA' se confond avec OA, ou qu'il n'y a pas de refroidissement extérieur. Cette restriction sera d'ailleurs levée un peu plus loin.

Si nous envisageons une série de révolutions uniformes, en nombre suffisamment grand, il est évident que la paroi finit par acquérir un état de chaleur permanent, variable dans chaque révolution, mais se reproduisant périodiquement, de même que l'état de la source de chaleur. Cet état permanent est donc déterminé et résulte uniquement de la loi des températures de la vapeur. Mais, au début de notre série de révolutions, l'état de la paroi est complètement arbitraire et nous pouvons supposer, par exemple, que la température y est constante et égale à V_0 pour $t = 0$, origine de la première révolution. En partant de là, nous allons pouvoir trouver les états successifs de la

paroi au début de chaque révolution et finalement l'état permanent.

IV. — Nous supposons d'abord que le diagramme des températures de la vapeur dans le cylindre est fermé ou continu, c'est-à-dire que, à la fin d'un tour, la température, par suite de la compression et de l'avance à l'admission, est ramenée à sa valeur initiale θ_0 ou zéro. Soit t_1 la durée d'un tour.

L'équation (4) nous donne à chaque instant l'état de la paroi pendant la première révolution, en y faisant $F(x) = V_0$, étant admis qu'on connaisse le diagramme des températures de la vapeur, $\theta = f(t)$. En remplaçant t par t_1 , et remarquant que pour $t = t_1$, comme pour $t = 0$, $\theta = 0$, on aura l'état de la paroi à la fin du premier tour; il vient :

$$V_1 = V_0 \sum \frac{4 \sin nX}{2nX + \sin 2nX} \cos nx e^{-k^2 n t_1} - \sum \frac{4 \sin nX}{2nX + \sin 2nX} \cos nx \int_0^{t_1} d\theta e^{-k^2 n (t_1 - \tau)}.$$

Si j'applique maintenant l'équation (4) au deuxième tour, considéré indépendamment du premier, la fonction $F(x)$ qui entre dans l'équation (4) n'est autre que la quantité V_1 donnée par l'équation ci-dessus.

L'intégrale définie qui se trouve dans le premier terme de (4) est donc :

$$\begin{aligned} \sum \frac{4n}{2nX + \sin 2nX} \int_0^X F(x) \cos nx dx &= \sum \frac{4n}{2nX + \sin 2nX} \int_0^X V_1 \cos nx dx \\ &= \sum \frac{4n}{2nX + \sin 2nX} \int_0^X \cos nx dx \left[V_0 \sum \frac{4 \sin nX}{2nX + \sin 2nX} \cos nx e^{-k^2 n t_1} \right. \\ &\quad \left. - \sum \frac{4 \sin nX}{2nX + \sin 2nX} \cos nx \int_0^{t_1} d\theta e^{-k^2 n (t_1 - \tau)} \right] \end{aligned}$$

Sous le signe \int , il y a une série infinie de termes en

$\cos nx$ à multiplier par $\cos nx$ et à intégrer de 0 à X . On sait que, lorsque les quantités n sont différentes, le résultat de l'intégration est nul. Il n'y a donc qu'un seul terme de la série qui donne un résultat différent de zéro. L'intégration s'effectue alors sans difficulté, et il vient :

$$\sum \frac{4n}{2nX + \sin 2nX} \int_0^X F(x) \cos nx \, dx \\ = V_0 \sum \frac{4 \sin nX}{2nX + \sin 2nX} e^{-kn^2 t_1} - \sum \frac{4 \sin nX}{2nX + \sin 2nX} \int_0^{t_1} d\theta e^{-kn^2(t_1 - \tau)}$$

L'équation du mouvement de la chaleur pendant la seconde révolution, le temps t étant compté à partir de son origine, est alors :

$$V - \theta = V_0 \sum \frac{4 \sin nX}{2nX + \sin 2nX} e^{-kn^2 t_1} \cos nx e^{-kn^2 t} \\ - \sum \frac{4 \sin nX}{2nX + \sin 2nX} \int_0^{t_1} d\theta e^{-kn^2(t_1 - \tau)} \cos nx e^{-kn^2 t} \\ - \sum \frac{4 \sin nX}{2nX + \sin 2nX} \cos nx \int_0^t d\theta e^{-kn^2(t - \tau)}$$

En faisant dans cette équation $t = t_1$, nous aurons l'état V_2 de la paroi au bout de la seconde révolution. Il vient :

$$V_2 = V_0 \sum \frac{4 \sin nX}{2nX + \sin 2nX} \cos nx e^{-2kn^2 t_1} \\ - \sum \frac{4 \sin nX}{2nX + \sin 2nX} \cos nx (1 + e^{-kn^2 t_1}) \int_0^{t_1} d\theta e^{-kn^2(t_1 - \tau)}.$$

La valeur de l'état initial $F(x)$, au début de la troisième révolution, n'est autre que V_2 . Nous pouvons donc établir l'équation de la chaleur et l'état de la paroi à la fin du troisième tour, comme nous venons de le faire pour le

308 THÉORIE MATHÉMATIQUE DE LA MACHINE A VAPEUR
second. On trouve ainsi sans difficulté :

$$V_3 = V_0 \sum \frac{4 \sin nX}{2nX + \sin 2nX} \cos nx e^{-3kn^2 t_1} \\ - \sum \frac{4 \sin nX}{2nX + \sin 2nX} \cos nx (1 + e^{-kn^2 t_1} + e^{-2kn^2 t_1}) \int_0^{t_1} d\theta e^{-kn^2(t_1-\tau)}.$$

La loi de formation des valeurs successives de V apparaît clairement. Rien n'est plus facile que de démontrer que, si la loi est vraie pour la valeur V d'ordre p , elle l'est aussi pour la valeur V d'ordre $p+1$. On a donc :

$$V_p = V_0 \sum \frac{4 \sin nX}{2nX + \sin 2nX} \cos nx e^{-pkn^2 t_1} \\ - \sum \frac{4 \sin nX}{2nX + \sin 2nX} \cos nx (1 + e^{-kn^2 t_1} + e^{-2kn^2 t_1} + \dots + e^{-(p-1)kn^2 t_1}) \\ \int_0^{t_1} d\theta e^{-kn^2(t_1-\tau)}$$

et l'état permanent s'obtient en faisant $p = \infty$.

On voit qu'alors le premier terme, en V_0 , disparaît, ce qui, physiquement, signifie que l'état initial, essentiellement passager, n'exerce aucune influence sur le cours final du phénomène, et était aisé à prévoir.

Quant au second terme, la série exponentielle, qui y entre comme facteur, a pour somme :

$$\frac{1 - e^{-pkn^2 t_1}}{1 - e^{-kn^2 t_1}} = \frac{1}{1 - e^{-kn^2 t_1}}, \text{ pour } p = \infty.$$

Nous avons donc pour l'état initial de la paroi en régime permanent :

$$F(x) = - \sum \frac{4 \sin nX}{2nX + \sin 2nX} \frac{1}{1 - e^{-kn^2 t_1}} \cos nx \int_0^{t_1} d\theta e^{-kn^2(t_1-\tau)}.$$

Cette relation nous permet d'écrire immédiatement l'équation générale du mouvement de la chaleur en régime

permanent, qui est :

$$(A) \quad V - \theta = - \sum \frac{4 \sin nX}{2nX + \sin 2nX} \frac{1}{1 - e^{-kn^2 t_1}} \cos nx e^{-kn^2 t} \int_0^{t_1} d\theta e^{-kn^2(t_1 - \tau)} \\ - \sum \frac{4 \sin nX}{2nX + \sin 2nX} \cos nx \int_0^t d\theta e^{-kn^2(t - \tau)}.$$

V. — Pendant le régime variable, l'état de la paroi n'est pas le même au commencement et à la fin d'un tour. Par suite, la paroi prend ou abandonne à la vapeur une certaine quantité de calorique. Il n'en est plus de même lorsque le régime permanent est établi, et alors, dans la durée d'un tour, la quantité de chaleur cédée par la vapeur à la paroi est intégralement restituée par la paroi à la vapeur. On doit donc avoir, T étant la valeur de V sur la surface intérieure, c'est-à-dire pour $x = X$:

$$(a) \quad \int_0^{t_1} h(T - \theta) dt = 0.$$

Dans le cas (qui d'ailleurs se produit toujours en pratique) où la paroi extérieure échangerait une certaine quantité, ϵ , de chaleur avec une source extérieure, air ambiant ou enveloppe de vapeur, la relation ci-dessus se transformerait en la suivante :

$$\int_0^{t_1} h(T - \theta) dt = \pm \epsilon.$$

Ce cas général sera, du reste, traité plus loin.

Pour en revenir à l'équation (A), elle doit satisfaire à la condition (a), et il est intéressant d'en faire la vérification.

Faisons dans (A) $x = X$, et prenons l'intégrale de 0 à t_1 . On doit avoir :

$$0 = \left\{ - \sum \frac{2 \sin 2nX}{2nX + \sin 2nX} \frac{1}{1 - e^{-kn^2 t_1}} \int_0^{t_1} d\theta e^{-kn^2(t_1 - \tau)} \int_0^{t_1} e^{-kn^2 t} dt \right. \\ \left. - \sum \frac{2 \sin 2nX}{2nX + \sin 2nX} \int_0^{t_1} dt \int_0^t d\theta e^{-kn^2(t - \tau)}, \right.$$

ou bien, puisque :

$$\int_0^{t_1} e^{-kn^2 t} dt = \frac{1 - e^{-kn^2 t_1}}{kn^2}$$

$$(b) 0 = - \sum \frac{2 \sin 2nX}{2nX + \sin 2nX} \left[\frac{1}{kn^2} \int_0^{t_1} \frac{d\theta}{dt} e^{-kn^2(t_1-\tau)} + \int_0^{t_1} dt \int_0^t \frac{d\theta}{d\tau} e^{-kn^2(t-\tau)} \right]$$

On peut démontrer, mais cela nous conduirait trop loin, que l'intégrale double de cette dernière équation se transforme comme il suit :

$$\int_0^{t_1} dt \int_0^t \frac{d\theta}{d\tau} e^{-kn^2(t-\tau)} d\tau = \frac{1}{kn^2} \int_0^{t_1} \frac{d\theta}{dt} dt - \frac{1}{kn^2} \int_0^{t_1} \frac{d\theta}{d\tau} e^{-kn^2(t-\tau)} d\tau.$$

Or :

$$\int_0^{t_1} \frac{d\theta}{dt} dt = \theta_1 - \theta_0 = 0,$$

lorsque la température de la vapeur est la même au commencement et à la fin de la révolution. Il en résulte donc que l'intégrale double de l'équation (b) est égale et de signe contraire à l'intégrale simple de la même équation ; la somme est donc nulle, et la condition (a) est vérifiée.

L'intégrale (a) doit aussi satisfaire à une seconde condition. Pour $t = 0$ et pour $t = t_1$, on doit trouver la même valeur de V , par suite de la définition même de l'état permanent. Il est aisé de constater qu'il en est ainsi.

VI. — Nous avons supposé jusqu'ici que la température θ_1 de la vapeur à la fin d'une révolution était égale à la température initiale, c'est-à-dire nulle. Il n'en est pas ainsi le plus souvent. Dans les machines où la compression est courte et l'ouverture des lumières d'admission rapide, la température de la vapeur à la fin d'un tour est moins

élevée que la température d'admission et passe presque instantanément de la valeur θ_1 à la valeur $\theta_0 = 0$. Cette discontinuité dans la température de la source modifie la forme de l'équation du mouvement de la chaleur dans la paroi métallique.

Cherchons quelle est, dans ce cas, la forme de la fonction $F(x)$ relative au régime permanent. Nous considérerons, comme au § 4, une série de révolutions, à l'origine desquelles on peut admettre dans la paroi un état des températures arbitraires, par exemple $F(x) = C^0 = V_0$.

Nous appliquerons l'équation (4) en y faisant $t = t_1$, pour avoir l'état de la paroi à la fin de la première révolution. D'ailleurs pour $t = t_1$, on a $\theta = \theta_1$, et il vient :

$$V_1 = \theta_1 + V_0 \sum \frac{4 \sin nX}{2nX + \sin 2nX} \cos nx e^{-kn^2 t_1} \\ - \sum \frac{4 \sin nX}{2nX + \sin 2nX} \cos nx \int_0^{t_1} d\theta e^{-kn^2(t_1 - \tau)}$$

Cette équation nous donne l'état initial $F(x) = V_1$, au début de la deuxième révolution. Nous pouvons donc calculer l'expression de $V - \theta$ pendant le deuxième tour. On voit tout de suite que les deux derniers termes de l'équation ci-dessus nous conduiront à des calculs identiques à ceux effectués au § 4 et nous donneront, par suite, des fonctions, M , déjà connues.

Mais nous avons en plus un terme en θ_1 qui, lorsqu'on calculera la valeur de :

$$(c) \quad \sum \frac{4n}{2nX + \sin 2nX} \int_0^x F(x) \cos nx \, dx,$$

nous donnera l'expression :

$$\theta_1 \sum \frac{4 \sin nX}{2nX + \sin 2nX}.$$

Nous aurons donc pendant la seconde révolution :

$$V - \theta = \theta_1 \sum \frac{4 \sin nX}{2nX + \sin 2nX} \cos nx e^{-kn^2 t} + M_1,$$

et à la fin de la seconde révolution :

$$V_2 = \theta_1 + \theta_1 \sum \frac{4 \sin nX}{2nX + \sin 2nX} \cos nx e^{-kn^2 t_1} + M_2.$$

Pour le troisième tour, je calcule la partie de l'intégrale définie (c) qui se rapporte au terme en θ_1 de V_2 . Il vient :

$$V - \theta = \theta_1 \sum \frac{4 \sin nX}{2nX + \sin 2nX} (1 + e^{-kn^2 t_1}) \cos nx e^{-kn^2 t} + M,$$

d'où :

$$V_3 = \theta_1 \left[1 + \sum \frac{4 \sin nX}{2nX + \sin 2nX} (e^{-kn^2 t_1} + e^{-2kn^2 t_1}) \cos nx + M_3 \right].$$

On voit, sans aller plus loin, quelle est la loi de formation du terme en θ_1 , et on a pour la $p^{\text{ième}}$ révolution :

$$V - \theta = \theta_1 \sum \frac{4 \sin nX}{2nX + \sin 2nX} (1 + e^{-kn^2 t_1} + e^{-2kn^2 t_1} + \dots + e^{-(p-1)kn^2 t_1}) \cos nx e^{-kn^2 t} + M.$$

La série exponentielle a pour somme : $\frac{1 - e^{-pkn^2 t_1}}{1 - e^{-kn^2 t_1}}$

et se réduit à : $\frac{1}{1 - e^{-kn^2 t_1}}$ pour $p = \infty$.

Nous avons donc l'équation générale :

$$(A') \quad V - \theta = \begin{cases} \theta_1 \sum \frac{4 \sin nX}{2nX + \sin 2nX} \frac{1}{1 - e^{-kn^2 t_1}} \cos nx e^{-kn^2 t} \\ - \sum \frac{4 \sin nX}{2nX + \sin 2nX} \frac{1}{1 - e^{-kn^2 t_1}} \cos nx e^{-kn^2 t} \int_0^{t_1} d\theta e^{-kn^2(t_1 - \tau)} \\ - \sum \frac{4 \sin nX}{2nX + \sin 2nX} \cos nx \int_0^{t_1} d\theta e^{-kn^2(t - \tau)} \end{cases}$$

On peut faire subir à cette équation les deux vérifications dont il est parlé au § 5.

1° En faisant $t = 0$ et $t = t_1$, on doit obtenir pour V la même valeur. On sait déjà que l'ensemble M des deux derniers termes satisfait à cette condition. Dès lors, pour $t = 0$, il vient :

$$V_0 = \theta_1 \sum \frac{4 \sin nX}{2nX + \sin 2nX} \frac{1}{1 - e^{-kn^2 t_1}} \cos nx + M,$$

et pour $t = t_1$:

$$V_1 = \theta_1 + \theta_1 \sum \frac{4 \sin nX}{2nX + \sin 2nX} \cos nx \frac{e^{-kn^2 t_1}}{1 - e^{-kn^2 t_1}},$$

d'où :

$$V_1 - V_0 = \theta_1 \left[1 - \sum \frac{4 \sin nX}{2nX + \sin 2nX} \cos nx \right].$$

On a vu, au § 2, que le facteur de θ_1 est nul quel que soit x . Donc :

$$V_1 = V_0.$$

2° Pour $x = X$, on doit avoir :

$$\int_0^{t_1} (V - \theta) dt = 0.$$

En calculant cette intégrale d'après l'équation (A'), il vient :

$$\int_0^{t_1} (V - \theta) dt = \sum \frac{2 \sin 2nX}{2nX + \sin 2nX} \left[\frac{\theta_1}{kn^2} - \frac{1}{kn^2} \int_0^{t_1} d\theta e^{-kn^2(t_1-\tau)} - \int_0^{t_1} dt \int_0^t d\theta e^{-kn^2(t-\tau)} \right]$$

et on a vu au § 5 qu'on a :

$$\int_0^{t_1} dt \int_0^t d\theta e^{-kn^2(t-\tau)} = \frac{\theta_1}{kn^2} - \frac{1}{kn^2} \int_0^{t_1} d\theta e^{-kn^2(t_1-\tau)}$$

Le facteur entre parenthèses dans $\int_0^{t_1} (V - \theta) dt$ est donc nul, et la condition est vérifiée.

VII. — Pour nous trouver exactement dans les conditions réelles de la pratique, il faut que nous supposions enfin qu'il y a échange de chaleur entre la surface extérieure de la paroi et le milieu ambiant. En régime permanent, la quantité de chaleur ainsi échangée est constante pour chaque révolution; par conséquent, à partir du point A (fig. 2), où les variations intérieures périodiques de la température ne se font plus sentir, la courbe des températures est représentée par une droite AA' dont l'inclinaison est telle que le flux de chaleur de ou vers l'extérieur est : $\pm \rho$. L'ordonnée de cette droite pour un point situé à la profondeur x est, en appelant e la distance OA, et K le coefficient de conductibilité :

$$\epsilon = \frac{\rho}{K} (e - x),$$

Dans les paragraphes précédents nous avons calculé l'état permanent initial $F(x)$ en admettant qu'au début la température de la paroi est constante et égale à V_0 , V_0 étant arbitraire. On peut donc supposer que V_0 est la température toujours invariable du point A et, en négligeant le flux de chaleur vers l'extérieur, nous n'avons pas tenu compte d'un terme qui a pour expression :

$$\int_0^e \epsilon \cos nx dx,$$

et dont la valeur est :

$$\int_0^e \frac{\rho}{K} (e - x) \cos nx dx = \frac{\rho}{K} \frac{1 - \cos ne}{n^2}$$

D'ailleurs, e étant ordinairement voisin de X , on peut poser $e = X$.

Dans le second membre de l'intégrale générale (A'), il faudrait donc ajouter le terme suivant :

$$\frac{\rho}{K} \sum \frac{4(1 - \cos nX)}{n(2nX + \sin 2nX)} \cos nxe - kn^2t.$$

Il y a lieu de remarquer que le raisonnement ci-dessus n'est pas tout à fait exact et que, par suite, l'équation qui en résulte n'est qu'approchée : 1° parce qu'on a supposé implicitement que la température constante V_0 du point A restait la même, qu'il y eût ou non échange extérieur de chaleur ; 2° parce que l'équation obtenue implique que l'état des températures représenté par la droite AA' ne se conserve pas pendant la durée d'une révolution, mais se rapproche de OA. Il est d'ailleurs facile de reconnaître que l'intégrale (4) n'est applicable, d'une manière entièrement exacte, à un mouvement périodique tel que celui que nous avons à considérer dans les machines à vapeur, mouvement qui n'est réalisé qu'après un grand nombre de révolutions, que si la température du mur, dans la partie où celui-ci est soustrait aux fluctuations de la source, est constante en tous les points.

Pour avoir une équation applicable au cas, d'ailleurs général, où il y a flux de chaleur de ou vers l'extérieur, il faut résoudre un problème analytique beaucoup plus compliqué que celui que nous avons posé pour établir l'intégrale (4). Ce problème est le suivant : Étant donné un mur d'épaisseur X , les autres dimensions étant infinies, dont la température initiale est une fonction donnée $F(x)$, chauffé sur une des faces par une source de chaleur à température θ variable avec le temps et dont l'autre face conserve une température arbitraire et constante, $A_0 = F(0)$, déterminer l'état du mur au bout d'un temps t .

Pour résoudre ce problème, aux trois conditions (1), (2)

et (3) du § 1, il faut en ajouter une quatrième, à savoir : que, lorsque dans l'intégrale $V = \varphi(x, t)$ on fait $x = 0$, on ait :

$$\varphi(0, t) = A_0,$$

quel que soit t .

Je ne développerai pas ici la solution de ce problème, bien qu'elle présente un grand intérêt au point de vue mathématique, mais je vais donner la forme des intégrales.

Lorsque la température de la source est une fonction quelconque du temps, l'intégrale est la suivante :

$$V = \left\{ \begin{aligned} & A_0 + \sum_{m_1}^{m_\infty} \frac{4m \int_0^x [F(x) - A_0] \sin mx dx}{2mX - \sin 2mX} \sin mx e^{-km^2 t} \\ & - \sum_{m_1}^{m_\infty} \sum_{n_1}^{n_\infty} \frac{16 \sin nX}{(2mX - \sin 2mX)(2nX + \sin 2nX)} \frac{km^2 n^2}{m^2 - n^2} \sin mx \\ & \int_0^t (A_0 - \theta) e^{-km^2(t-\tau)} d\tau. \end{aligned} \right.$$

Dans cette équation les quantités n sont les racines positives, en nombre infini, de l'équation transcendante :

$$n \operatorname{tang} nX = \frac{h}{K},$$

et les quantités m les racines positives de l'équation :

$$\frac{m}{\operatorname{tg} mX} = -\frac{h}{K};$$

la double somme, qui constitue le dernier terme de l'équation, doit s'appliquer à toutes les valeurs positives des n et des m .

Lorsque la température de la source de chaleur est, comme dans la machine à vapeur, une fonction périodique du temps et qu'on considère le régime permanent, la fonction arbitraire $F(x)$ disparaît, et l'intégrale générale prend

la forme suivante :

$$(B) \quad V = A_0 - \sum \sum \frac{16 \sin nX}{(2mX - \sin 2mX)(2nX + \sin 2nX)} \frac{km^2 n^2}{m^2 - n^2} \sin mx \\ \left[\int_0^t (A_0 - \theta) e^{-km^2(t-\tau)} d\tau + \frac{e^{-km^2 t}}{1 - e^{-km^2 t_1}} \int_0^{t_1} (A_0 - \theta) e^{-km^2(t_1-\tau)} d\tau \right].$$

Cette équation résout complètement et dans tous les cas le problème du mouvement de la chaleur dans les parois des cylindres.

Proposons-nous, par exemple, de l'appliquer au cas des enveloppes de vapeur. La paroi est baignée extérieurement par de la vapeur à la température T_0 . Le flux de chaleur sur la surface extérieure est donc :

$$h'(T_0 - A_0) = K \left(\frac{dV}{dx} \right)_{x=0}$$

En admettant qu'on connaisse le coefficient de conductibilité extérieure h' , qui ne peut être trouvé que par des expériences, tout est connu dans cette équation, sauf A_0 . On en tire donc cette valeur A_0 qu'on porte dans l'équation (B), et on peut dès lors calculer le flux de chaleur en un point quelconque de la paroi, par exemple sur la surface intérieure. Nous n'insisterons pas pour le moment sur la théorie des enveloppes de vapeur.

CHAPITRE II.

Échanges de chaleur entre la vapeur et les parois des cylindres.

VIII. — A l'aspect des équations (A) et (B), qui représentent le mouvement de la chaleur dans les parois d'un cylindre, on pourrait penser qu'un phénomène naturel ayant pour expression mathématique des formules aussi compliquées n'est pas susceptible d'être étudié d'une façon

simple et vraiment pratique. Il n'en est rien cependant, et nous allons voir qu'on déduit de ces formules des conclusions d'une simplicité surprenante.

Nous nous servirons dans ce qui suit des intégrales (A), beaucoup plus simples que les intégrales (B) et qui suffisent pour la solution du problème dans le cas, de beaucoup le plus fréquent, où le cylindre n'est pas réchauffé extérieurement par une enveloppe de vapeur ou autrement, mais est simplement muni d'une enveloppe isolante.

La température θ de la vapeur est connue par un diagramme théorique ou expérimental. On augmenterait beaucoup la complication en cherchant à exprimer θ par une fonction algébrique, dans le but de calculer les intégrales définies qui se trouvent dans nos équations. Pour tourner la difficulté, nous remplacerons le diagramme θ par une série de droites formant une ligne brisée. Il est d'ailleurs évident qu'en augmentant indéfiniment le nombre de côtés de cette ligne brisée on se rapprochera autant qu'on le voudra du diagramme vrai, et la rigueur ne perd rien à cette substitution.

Nous allons donc effectuer les intégrations dans le cas d'un diagramme polygonal. Considérons l'équation (A); en y faisant $x = X$, nous aurons la température T sur la surface intérieure des parois-couvercle (fond de cylindre et surface du piston), qui restent constamment exposées à la source de chaleur θ . Il est clair que, si on parvient à trouver la valeur de T , on en déduira aisément la quantité de chaleur échangée pendant une durée quelconque $t'' - t'$ par la quadrature :

$$\int_{t'}^{t''} h (T - \theta) dt.$$

Nous déduisons donc de (A) :

$$T - \theta = - \sum \frac{2 \sin 2nX}{2nX + \sin 2nX} \left[\frac{e^{-kn^2t}}{1 - e^{-kn^2t_1}} \int_0^{t_1} d\theta e^{-kn^2(t_1 - \tau)} + \int_0^t d\theta e^{-kn^2(t - \tau)} \right].$$

Nous nous proposons plus spécialement, tout d'abord, de calculer la chaleur échangée pendant l'admission. Il suffit alors de connaître $T - \theta$ pendant cette phase. On remarque que, si la température de la vapeur restait constante pendant l'admission, le second terme de l'expression ci-dessus serait rigoureusement nul. En réalité, cette température varie légèrement, et le terme en question est petit. Nous en tiendrons compte plus loin et nous nous bornerons d'abord à étudier la quantité U :

$$U = - \sum \frac{2 \sin 2nX}{2nX + \sin 2nX} \frac{e^{-kn^2t}}{1 - e^{-kn^2t_1}} \int_0^{t_1} d\theta e^{-kn^2(t_1 - \tau)}.$$

Cherchons l'intégrale définie en partant d'un diagramme polygonal. En appelant $t^I, t^{II}, t^{III}, t^{IV},$ etc., les temps correspondant aux sommets du polygone, on peut poser :

$$\begin{aligned} \int_0^{t_1} \frac{d\theta}{d\tau} e^{-kn^2(t_1 - \tau)} d\tau &= \int_0^{t^I} \frac{d\theta}{d\tau} e^{-kn^2(t_1 - \tau)} d\tau \\ &+ \int_{t^I}^{t^{II}} \dots + \int_{t^{II}}^{t^{III}} \dots + \int_{t^{III}}^{t^{IV}} \dots + \dots + \int_{t^i}^{t^{i+1}} \dots \end{aligned}$$

et chacune des intégrales du second membre est facile à calculer puisque, entre deux limites consécutives, $\frac{d\theta}{d\tau}$ est

constant et égal à : $\frac{\theta^{i+1} - \theta^i}{t^{i+1} - t^i}$, en appelant θ^i la température du sommet du polygone correspondant au temps t^i .

On aura donc :

$$\int_0^{t_1} d\theta e^{-kn^2(t_1 - \tau)} = \sum \frac{\theta^{i+1} - \theta^i}{t^{i+1} - t^i} \frac{e^{-kn^2(t_1 - t^{i+1})} - e^{-kn^2(t_1 - t^i)}}{kn^2},$$

cette somme devant s'étendre à tout le diagramme polygonal.

Nous porterons cette valeur dans U après avoir posé :

$$\sum \frac{2 \sin 2nX}{2nX + \sin 2nX} \frac{1}{1 - e^{-kn^2 t_1}} \frac{e^{-kn^2 t}}{kn^2} = \varphi(t),$$

il vient :

$$U = \sum \frac{\theta_{t^i+1} - \theta^i}{t^{i+1} - t^i} [\varphi(t + t_1 - t^{i+1}) - \varphi(t + t_1 - t^i)].$$

Remarquons en passant que cette valeur de U exprime aussi le premier terme de l'équation (A'), qui est, après avoir fait $x = X$:

$$\theta_1 \sum \frac{2 \sin 2nX}{2nX + \sin 2nX} \frac{e^{-kn^2 t}}{1 - e^{-kn^2 t_1}}.$$

En effet, dans l'expression

$$\frac{e^{-kn^2 t}}{kn^2} \frac{e^{-kn^2(t_1 - t^{i+1})} - e^{-kn^2(t_1 - t^i)}}{t^{i+1} - t^i},$$

faisons :

$$\begin{aligned} t^{i+1} &= t_1 \\ t^i &= t_1 - dt, \end{aligned}$$

et laissons de côté le facteur $e^{-kn^2 t}$; elle n'est autre, alors, que la dérivée de $e^{-kn^2(t_1 - t)}$, multipliée par $\frac{1}{kn^2}$, et dans laquelle il faut faire $t = t_1$. On retrouve ainsi le terme en θ_1 ci-dessus. Cela revient d'ailleurs à admettre que, dans l'instant dt , la température finale θ_1 du diagramme remonte à zéro, et le raisonnement précédent montre qu'on peut envisager les choses de cette manière.

En résumé, nous pouvons dans tous les cas calculer la quantité U, c'est-à-dire l'écart entre la température de la vapeur et celle de la surface de la paroi pendant l'admission. Il suffit de connaître le diagramme des températures, qu'on divise en autant de sections qu'on le veut, et

d'avoir une table donnant les valeurs de φ en fonction du temps variable t et de la durée t_1 d'un tour.

Pour construire cette table, il faut d'abord calculer les racines de l'équation :

$$nX \operatorname{tang} nX = \frac{h}{K} X.$$

J'ai effectué ce calcul avec les données suivantes (unités : centimètre, seconde, kilogramme) :

$X = 2,5$; c'est l'épaisseur ordinaire des parois; coefficient de conductibilité intérieure de la fonte,

$$K = 0,000165;$$

coefficient de conductibilité extérieure, $h = 0,00086$. Ce coefficient n'est qu'approximatif; la recherche de sa valeur exacte constitue justement l'objet principal de notre théorie, et il en sera longuement question plus loin.

Densité de la fonte..... $D = 0,00773$

Chaleur spécifique..... $C = 0,113$

On a pour k :

$$k = \frac{K}{CD} = \frac{0,000165}{0,00773 \times 0,113} = 0,1889.$$

Les valeurs n étant connues et rangées par ordre de grandeur croissante, on calcule les valeurs successives de $2nX$, $\sin 2nX$ et e^{-kn^2t} . On obtient ainsi une série qui représente les quantités φ . Ces séries convergent très rapidement, même pour de très faibles valeurs de t .

Je donne ci-après un spécimen de la table des valeurs φ . Les nombres de ce tableau sont ceux qui ont servi à dresser les tableaux II, III, IV qu'on verra plus loin.

TABLEAU N° I.

$t_1 = 0^{\circ},2$		$0^{\circ},3$		$0^{\circ},5$		1°		2°	
t	$\frac{p}{2}$	t	$\frac{p}{2}$	t	$\frac{p}{2}$	t	$\frac{p}{2}$	t	$\frac{p}{2}$
0°	102,17356	0°	68,36214	0°	41,310531	0°	20,987354	0°	10,908396
$0,01$	102,0989	$0,015$	68,78573	$0,025$	41,232165	$0,05$	20,90334	$0,1$	10,813256
$0,02$	102,02478	$0,03$	68,210868	$0,05$	41,155714	$0,1$	20,823175	$0,2$	10,72732
$0,03$	101,951315								
$0,04$	101,87805	$0,045$	68,136619	$0,075$	41,080233	$0,15$	20,74546	$0,3$	10,64586
$0,05$	101,80504	$0,06$	68,062899	$0,1$	41,00556	$0,2$	20,669098	$0,4$	10,566974
$0,06$	101,73236	$0,09$	67,916485	$0,15$	40,858325	$0,25$	20,594148	$0,5$	10,489567
$0,08$	101,58746	$0,12$	67,771544	$0,25$	40,569374	$0,3$	20,520083	$0,6$	10,4145
$0,1$	101,44323	$0,15$	67,627636	$0,275$	40,498074	$0,4$	20,394689	$0,8$	10,2615
$0,11$	101,37147	$0,165$	67,555898	$0,3$	40,428855	$0,5$	20,231851	1	10,1265
$0,12$	101,29993	$0,18$	67,48468	$0,35$	40,28632	$0,55$	20,161468	$1,1$	10,05713
$0,14$	101,15727	$0,21$	67,342565	$0,4$	40,146687	$0,6$	20,09164	$1,2$	9,98873
$0,15$	101,08645	$0,24$	67,201548	$0,5$	39,870699	$0,7$	19,953212	$1,4$	9,8641
$0,2$	100,733	$0,3$	66,924346			$0,8$	19,81727	$1,6$	9,72285
						1	19,549675	2	9,4465
Valeurs de $\varphi' = \sum \frac{2 \sin 2nX}{2nX + \sin 2nX} \frac{e^{-kn2t}}{1 - e^{-kn2t}}$									
t	φ'	t	φ'	t	φ'	t	φ'	t	φ'
0°	15,0703534	0°	10,290451	0°	6,479838	0°	3,646619	0°	2,2505396
$0,01$	14,851	$0,015$	10,0388	$0,025$	6,17668	$0,05$	3,2631	$0,1$	1,7776
$0,02$	14,76	$0,03$	9,939771	$0,05$	6,07328	$0,1$	3,1552	$0,2$	1,670834
$0,04$	14,6294	$0,06$	9,809356	$0,1$	5,9432	$0,2$	3,03134	$0,4$	1,574

L'emploi d'une table de ce genre permet de trouver $U = T - \theta$ pendant la période d'admission, mais cela exige des calculs laborieux. C'est là, d'ailleurs, la seule solution complètement exacte du problème, mais nous allons voir qu'on peut obtenir une solution très approchée d'une façon beaucoup plus simple.

IX. — Les diagrammes des températures, tout comme ceux des pressions dont ils sont déduits, sont composés de quatre sections distinctes, à savoir (*fig. 3*) :

Section $O\theta_a$, phase d'admission ;

$\theta_a\theta_e$, détente et émission anticipée ;

$\theta_e\theta_c$, échappement ;

$\theta_c\theta_1$, compression et admission anticipée.

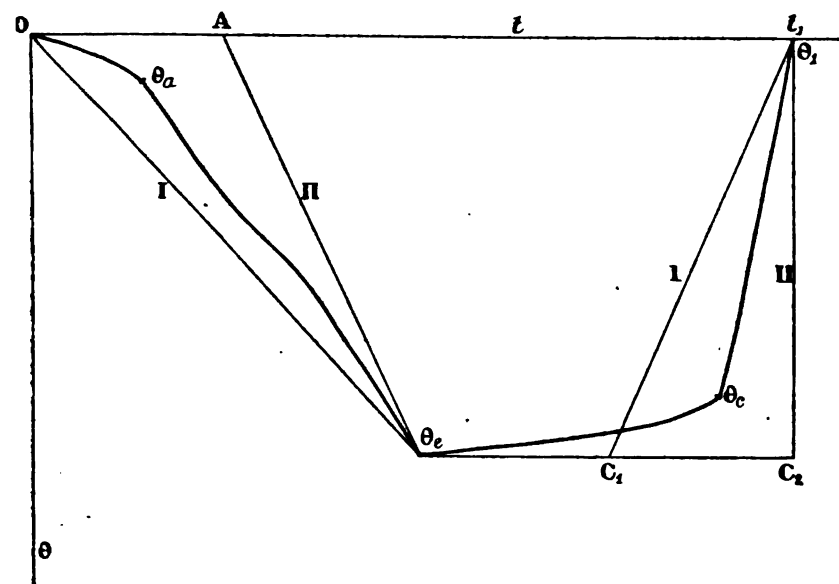


FIG. 3.

Dans certaines machines cette dernière section est très réduite ou même disparaît.

Ces diverses phases sont en relation entre elles par l'effet des mécanismes de distribution et comprises entre certaines limites. C'est ainsi que l'admission dépasse très rarement 50 p. 100, c'est-à-dire le quart de la durée d'un tour ; il en est de même de la compression. Si donc, laissant fixe sur la *fig. 3* le point θ_e qui donne l'écart total des températures du fluide, nous traçons les diagrammes I et II formés chacun de quatre droites et tels que le diagramme I correspond à une très faible admission et à une

compression de 50 p. 100, tandis que le diagramme II correspond à une admission de 50 p. 100 et à une compression presque nulle, tous les diagrammes usuels possibles seront compris entre les diagrammes limites I et II.

Pour une même vitesse, les valeurs U varient d'un diagramme à l'autre, à cause de l'intégrale :

$$M = \int_0^{t_1} \frac{d\theta}{d\tau} e^{-kn^2(t_1 - \tau)} d\tau,$$

dans laquelle on peut considérer θ comme la variable indépendante, et τ comme fonction de θ . Par ce moyen, il est facile d'obtenir une représentation géométrique de cette intégrale.

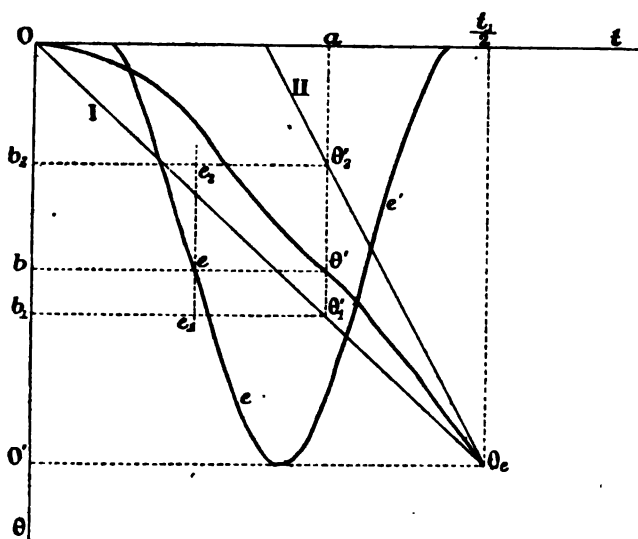


FIG. 4.

Considérons (*fig. 4*) l'axe $O\theta$ comme axe des abscisses, et soit sur l'axe Ot un point a tel que $Oa = \tau$. En menant par a une parallèle à l'axe des abscisses jusqu'à la rencontre du diagramme, nous obtenons un point θ' qui donne

la température correspondant au temps τ . A partir du point b , pied de l'ordonnée bb' , portons sur cette ordonnée la valeur $e^{-km^2(t_1-\tau)}$. On obtient ainsi un point e , et la courbe qui joint tous les points ainsi obtenus est la représentation de $e^{-km^2(t_1-\tau)}$ en fonction de θ . L'intégrale définie n'est autre que la quadrature de cette courbe entre les ordonnées extrêmes menées par O et O' . La courbe totale se compose d'ailleurs des deux branches e et e' , et la surface totale égale à M est la différence de deux surfaces.

Un diagramme quelconque étant supposé compris entre les diagrammes simples I et II, je dis que la courbe e est comprise entre les courbes e_1 et e_2 . En effet, à la valeur $\tau = Oa$ correspondent sur les trois diagrammes les points θ'_1 , θ' et θ'_2 , comptés dans l'ordre de leur éloignement de l'axe Ot . Sur les ordonnées correspondant à ces points, la valeur constante $e^{-km^2(t_1-\tau)}$ donnera les points e_1 , e , e_2 . Or, comme les valeurs de $e^{-km^2(t_1-\tau)}$ diminuent quand τ diminue, tous les points tels que e_2 seront au-dessus de la courbe e , et tous les points e_1 au dessous. Donc la courbe e sera comprise entre les courbes e_1 et e_2 . D'ailleurs, ces trois courbes ont pour points communs ceux qui correspondent aux points communs des diagrammes, c'est-à-dire à

$$\tau = 0, \tau = \frac{t_1}{2}, \tau = t_1.$$

Finalement, en appelant M_1 et M_2 les valeurs de l'intégrale se rapportant aux diagrammes I et II entre les limites O et $\frac{t_1}{2}$, on aura :

$$M_1 < M < M_2.$$

Entre les limites $\frac{t_1}{2}$ et t_1 on a la même inégalité. On ne doit pas, d'ailleurs, en inférer que cette inégalité subsiste pour l'ensemble du diagramme; cela a lieu, mais on ne peut pour le moment le reconnaître.

En tout cas, la conclusion à laquelle nous arrivons est importante parce que, comme nous allons le voir, les valeurs M_1 et M_2 sont sensiblement égales dans la première moitié du diagramme.

X. — Pour les diagrammes I et II, la quantité U se réduit à deux termes, et on a :

$$U = \theta_c \left[\frac{\varphi \left(t + t_1 - \frac{t_1}{2} \right) - \varphi(t + t_1 - t_a)}{\frac{t_1}{2}} - \frac{\varphi(t) - \varphi(t + t_c)}{t_c} \right]$$

ou :
$$U = \theta_c (\lambda - \lambda'),$$

en appelant t_a et t_c les durées de l'admission et de la compression.

Calculons les valeurs initiales de U ($t = 0$), pour des admissions de zéro et de $\frac{1}{5} t_1$. On dresse ainsi le tableau suivant.

TABLEAU II.

Admission =	0	$\frac{1}{5} t_1$
	λ_1	λ_2
$t_1 = 0,2$	14,2047	14,2579
0,3	9,4172	9,4686
0,5	5,5894	5,6358
1	2,7287	2,7638
2	1,3454	1,36

Il résulte de ce tableau que le coefficient λ est sensiblement invariable, quelle que soit la forme de la première moitié du diagramme des températures et quelle que soit notamment la durée de l'admission. En prenant

dans tous les cas le coefficient moyen, on ne commet qu'une faible erreur sur U_0 et U .

L'influence de la durée de la compression est, au contraire, importante, comme on le voit dans le tableau ci-après qui donne les valeurs de $\lambda - \lambda'$ pour $t = 0$ et des compressions variant de zéro à $\frac{1}{5} t_1$:

TABLEAU III.

Compression = t_1	0		$\frac{1}{20} t_1$		$\frac{1}{10}$		$\frac{1}{5} t_1$	
	$\lambda_1 - \lambda'$	$\lambda_2 - \lambda'$	$\lambda_1 - \lambda$	$\lambda_2 - \lambda'$	$\lambda_1 - \lambda$	$\lambda_2 - \lambda'$	$\lambda_1 - \lambda'$	$\lambda_2 - \lambda'$
$0,2$	0,86565	0,80887	0,7153	0,64852	0,6673	0,6006	0,5703	0,5036
$0,3$	0,87325	0,82185	0,7708	0,7194	0,6682	0,6168	0,5578	0,5064
$0,5$	0,8904	0,844	0,67968	0,63348	0,6032	0,55688	0,5102	0,4638
1	0,91792	0,8828	"	"	0,5548	0,52	0,50	0,465
2	0,90514	0,89054	0,5574	0,5128	0,4653	0,4507	0,3117	0,297

Les coefficients $\lambda - \lambda'$ diminuent donc quand le rapport $\frac{t_c}{t_1}$, de la durée de la compression à celle d'un tour augmente. Ils diminuent également avec la vitesse, sauf quand la compression est très faible.

Ils permettent de calculer immédiatement la valeur de l'écart des températures $T - \theta$ au début de la course du piston. Soit en effet θ_2 la différence entre la température de la vapeur à l'échappement et la température à la fin de la compression; $\mu = \lambda - \lambda'$ le coefficient qui se rapporte à la durée de cette compression; θ_1 la différence entre la température à la fin de la compression et la température d'admission; μ_0 le coefficient pour une compression nulle; on a :

$$U_0 = \mu \theta_2 + \mu_0 \theta_1.$$

Il faut maintenant étudier comment varie U pendant

l'admission, et à cet effet calculer les coefficients λ et λ' en donnant à t diverses valeurs. Le tableau IV donne les résultats de ce calcul. Les coefficients λ sont calculés par la formule :

$$\lambda = \frac{\varphi\left(t_a + \frac{t_1}{2}\right) - \varphi(t_1)}{\frac{t_1}{2} - t_a}$$

et les coefficients λ' par les formules :

$$\lambda' = \frac{\varphi(t_a) - \varphi(t_a + t_c)}{t_c},$$

quand la compression est t_c ; et :

$$\lambda' = \frac{\varphi(t_a) - \varphi(t_a + \Delta t_c)}{\Delta t_c}$$

quand la compression est infiniment petite.

TABLEAU IV.

Compression =	0			$\frac{1}{10} t_1$			$\frac{1}{5} t_1$		
Admission =	$\frac{1}{20} t_1$	$\frac{1}{10} t_1$	$\frac{1}{5} t_1$	$\frac{1}{20} t_1$	$\frac{1}{10} t_1$	$\frac{1}{5} t_1$	$\frac{1}{20} t_1$	$\frac{1}{10} t_1$	$\frac{1}{5} t_1$
$i = 0,2 \begin{cases} \lambda = \\ \lambda' \\ \mu \end{cases}$	14,1882 14,854 0,6658	14,1733 14,76 0,5867	14,1424 14,6294 0,487	14,1882 14,7385 0,5703	14,1733 14,673 0,50	14,1424 14,569 0,4266	14,1882 14,693 0,505	14,1733 14,621 0,4477	14,1424 14,5297 0,3873
$i_1 = 0,3 \begin{cases} \lambda \\ \lambda' \\ \mu \end{cases}$	9,4008 10,0388 0,638	9,3888 9,93977 0,5509	9,3604 9,80935 0,44895	9,4008 9,94 0,5392	9,388 9,8646 0,4758	9,3604 9,761 0,4006	9,4008 9,89 0,4892	9,388 9,8128 0,424	9,3604 9,7118 0,3514
$i_1 = 0,5 \begin{cases} \lambda \\ \lambda' \\ \mu \end{cases}$	5,5766 6,17668 0,60008	5,56 6,07328 0,51328	5,542 5,9432 0,4012	5,5766 6,0773 0,5007	5,56 6,00624 0,44624	5,542 5,88936 0,347	5,5766 6,0246 0,448	5,56 5,94778 0,3878	5,542 5,85 0,308
$i_1 = 1 \begin{cases} \lambda \\ \lambda' \\ \mu \end{cases}$	2,719 3,2634 0,5444	2,7098 3,1552 0,4454	2,6902 3,03134 0,34116	2,719 3,1576 0,4386	2,7098 3,08154 0,3717	2,6902 2,9802 0,29	2,719 3,092 0,373	2,7098 3,0309 0,3211	2,6902 2,8985 0,2555
$i_1 = 2 \begin{cases} \lambda \\ \lambda' \\ \mu \end{cases}$	1,357 1,7776 0,4206	1,355 1,67083 0,3158	1,35 1,574 0,224	1,357 1,677 0,32	1,355 1,6035 0,248	1,35 1,5247 0,174	1,357 1,6184 0,2614	1,355 1,564 0,21	1,35 1,512 0,162

A l'aide des coefficients du tableau précédent on peut construire par points la courbe représentant U . En faisant la quadrature de cette courbe jusqu'à la fin de l'admission, on a la quantité de chaleur Q_a , cédée par la vapeur aux parois-couvercle, de surface S , pendant cette phase. En effet, soit t_a la durée de l'admission ; on a :

$$\frac{Q_a}{hS} = \int_0^{t_a} u dt.$$

Or la valeur de U est :

$$U = \mu \theta_2 + \mu_0 \theta_1.$$

La quantité de chaleur cédée est donc :

$$\frac{Q_a}{hS} = \theta_2 \int_0^{t_a} \mu dt + \theta_1 \int_0^{t_a} \mu_0 dt.$$

Posons :

$$m = \frac{1}{t_a} \int_0^{t_a} \mu dt,$$

$$m_0 = \frac{1}{t_a} \int_0^{t_a} \mu_0 dt.$$

Nous allons calculer, dans diverses conditions d'admission, de compression et de vitesse, les nouveaux coefficients m et m_0 . Ils sont donnés dans le tableau suivant.

TABLEAU V.

Compression =	0			$\frac{1}{10} t_1$			$\frac{1}{5} t_1$		
Admission =	$\frac{1}{20} t_1$	$\frac{1}{10} t_1$	$\frac{1}{5} t_1$	$\frac{1}{20} t_1$	$\frac{1}{10} t_1$	$\frac{1}{5} t_1$	$\frac{1}{20} t_1$	$\frac{1}{10} t_1$	$\frac{1}{5} t_1$
$t_1 = 0,2$	0,759	0,6893	0,611	0,612	0,5704	0,5134	0,531	0,50	0,4556
0,3	0,749	0,6717	0,5808	0,5987	0,5506	0,4906	0,5185	0,4831	0,433
0,5	0,745	0,651	0,5541	0,552	0,50	0,448	0,479	0,449	0,398
1	0,73116	0,613	0,5031	0,4943	0,4497	0,3903	0,436	0,392	0,34
2	0,66	0,514	0,392	0,39	0,339	0,274	0,2807	0,258	0,222

On voit, en définitive, que les échanges de chaleur, pendant l'admission, entre la vapeur et les parois-couvercle, sont représentés par la formule simple :

$$(1) \quad Q_a = hS (m\theta_2 + m_0\theta_1) t_a,$$

et sont, par suite, proportionnels aux écarts de température, pour une admission et une compression constantes.

XI. — Il est très important de savoir comment varient les coefficients m en fonction du pouvoir absorbant h . Les tableaux du paragraphe précédent ont été calculés en supposant $h = 8,6$. Nous donnons ci-après les tableaux analogues qu'on trouve en supposant le pouvoir absorbant moins grand et seulement égal à 6,8.

TABLEAU II bis.

Admission =	0	$\frac{1}{5} t_1$
$t_1 = 0,2$	λ_1 15,8824	λ_2 15,936
0,3	10,52	10,555
0,5	6,25206	6,302
1	3,05904	3,1012
2	1,4728	1,562

TABLEAU III bis.

Compression =	0		$\frac{1}{20} t_1$		$\frac{1}{10} t_1$		$\frac{1}{5} t_1$	
	$\lambda_1 - \lambda'$	$\lambda_2 - \lambda'$	$\lambda_1 - \lambda'$	$\lambda_2 - \lambda'$	$\lambda_1 - \lambda'$	$\lambda_2 - \lambda'$	$\lambda_1 - \lambda'$	$\lambda_2 - \lambda'$
$t_1 = 0,2$	0,8557	0,782	0,75	0,68	0,65	0,58	0,57	0,50
0,3	0,87018	0,83548	0,77	0,73	0,67	0,63	0,57	0,53
0,5	0,877	0,8279	0,737	0,69	0,63	0,58	0,53	0,48
1	0,9034	0,8612	0,681	0,64	0,5778	0,5356	0,481	0,4388
2	0,92487	0,895	0,6124	0,583	0,524	0,4948	0,4234	0,394

TABLEAU IV bis.

Compression =	0			$\frac{1}{10} t_1$			$\frac{1}{5} t_1$		
Admission =	$\frac{1}{20} t_1$	$\frac{1}{10} t_1$	$\frac{1}{5} t_1$	$\frac{1}{20} t_1$	$\frac{1}{10} t_1$	$\frac{1}{5} t_1$	$\frac{1}{20} t_1$	$\frac{1}{10} t_1$	$\frac{1}{5} t_1$
$t_1 = 0^\circ, 2$ $\left\{ \begin{array}{l} \lambda \\ \lambda' \\ \mu \end{array} \right.$	15,862 16,56201 0,70	15,8426 16,46101 0,6184	15,80 16,328 0,528	15,862 16,49 0,628	15,8426 16,3873 0,5447	15,80 16,2702 0,47	15,862 16,40 0,538	15,8426 16,328 0,4854	15,80 16,244 0,444
$t_1 = 0^\circ, 3$ $\left\{ \begin{array}{l} \lambda \\ \lambda' \\ \mu \end{array} \right.$	10,485 11,175 0,69	10,472 11,0743 0,602	10,46 10,94177 0,4817	10,485 11,10 0,615	10,472 11,006 0,534	10,46 10,89 0,43	10,485 11,03 0,545	10,472 10,948 0,476	10,46 10,86 0,40
$t_1 = 0^\circ, 2$ $\left\{ \begin{array}{l} \lambda \\ \lambda' \\ \mu \end{array} \right.$	6,24 6,85 0,61	6,2296 6,7573 0,5277	6,212 6,62935 0,4173	6,21 6,79 0,55	6,2296 6,6912 0,4616	6,212 6,57 0,358	6,24 6,68 0,44	6,2296 6,6132 0,3836	6,212 6,535 0,323
$t_1 = 1^\circ$ $\left\{ \begin{array}{l} \lambda \\ \lambda' \\ \mu \end{array} \right.$	3,05 3,61694 0,5669	3,0367 3,5122 0,4755	3,013 3,3856 0,3726	3,05 3,54 0,49	3,0367 3,444 0,4073	3,013 3,3247 0,3117	3,05 3,44 0,39	3,0367 3,3844 0,3477	3,013 3,3004 0,2874
$t_1 = 2^\circ$ $\left\{ \begin{array}{l} \lambda \\ \lambda' \\ \mu \end{array} \right.$	1,464 1,9682 0,504	1,4552 1,861 0,406	1,439 1,742 0,303	1,464 1,85 0,39	1,4552 1,75 0,295	1,439 1,66 0,22	1,464 1,78 0,316	1,4552 1,70 0,245	1,439 1,62 0,18

TABLEAU V bis.

Compression =	0			$\frac{1}{10} t_1$			$\frac{1}{5} t_1$		
Admission =	$\frac{1}{20} t_1$	$\frac{1}{10} t_1$	$\frac{1}{5} t_1$	$\frac{1}{20} t_1$	$\frac{1}{10} t_1$	$\frac{1}{5} t_1$	$\frac{1}{20} t_1$	$\frac{1}{10} t_1$	$\frac{1}{5} t_1$
$t_1 = 0^\circ, 2$	0,775	0,7096	0,6366	0,639	0,6077	0,5525	0,549	0,5253	0,49
0,3	0,775	0,708	0,6224	0,637	0,601	0,539	0,5525	0,523	0,481
0,5	0,735	0,647	0,557	0,585	0,5429	0,475	0,48	0,4434	0,397
1	0,728	0,62	0,519	0,53	0,487	0,4195	0,43	0,397	0,354
2	0,712	0,581	0,465	0,45	0,395	0,322	0,368	0,319	0,26

De la comparaison des tableaux V et V bis il ressort que les coefficients m diminuent lorsque h diminue, mais la variation est peu importante et ne dépasse pas $\frac{1}{10} m$.

Donc, en appliquant la formule (1) du § X, on ne commettra qu'une faible erreur, si on suppose m et m_j indépendants

de h , à la condition qu'on sache, d'autre part, que h ne s'éloigne pas sensiblement des limites ci-dessus indiquées.

XII. — On peut exprimer les coefficients m par une formule empirique, déduite du tableau V, laquelle rend compte de la façon dont ils varient en fonction de l'admission t_a , de la compression t_c et de la vitesse t_1 .

Par exemple, pour la vitesse : $t_1 = 0^{\circ},2$, la formule :

$$m = 0,475 \left(\frac{t_a}{t_1} \right)^{-0,16} e^{-1,33 \frac{t_c}{t_1}}$$

donne des valeurs suffisamment approchées, comme on peut le reconnaître dans le tableau suivant.

TABLEAU VI.

Compression =	0			$\frac{1}{10} t_1$			$\frac{1}{5} t_1$		
Admission =	$\frac{1}{20} t_1$	$\frac{1}{10} t_1$	$\frac{1}{5} t_1$	$\frac{1}{20} t_1$	$\frac{1}{10} t_1$	$\frac{1}{5} t_1$	$\frac{1}{20} t_1$	$\frac{1}{10} t_1$	$\frac{1}{5} t_1$
Coefficient m du tableau V pour $t_1 = 0^{\circ},2$.	0,759	0,6893	0,611	0,612	0,5704	0,5131	0,531	0,50	0,4556
Coefficients m données par la formule empirique	0,7671	0,6866	0,6145	0,6383	0,5892	0,5273	0,5649	0,5056	0,4525

Maintenant, si on construit les courbes représentant m en prenant le temps t_1 pour abscisses et pour des valeurs constantes de $\frac{t_c}{t_1}$ et de $\frac{t_a}{t_1}$, ces courbes sont très sensiblement des droites parallèles. La formule donnant m pour une vitesse quelconque est donc linéaire en t_1 . On peut prendre l'expression suivante :

$$m = 0,475 \left(\frac{t_a}{t_1} \right)^{-0,16} e^{-1,33 \frac{t_c}{t_1}} - \frac{1}{8} (t_1 - 0^{\circ},2),$$

et les valeurs de m , calculées d'après cette formule, fournissent le tableau ci-après.

TABLEAU V *ter*.

Compression =	0			$\frac{1}{10} t_1$			$\frac{1}{5} t_1$		
Admission =	$\frac{1}{20} t_1$	$\frac{1}{10} t_1$	$\frac{1}{5} t_1$	$\frac{1}{10} t_1$	$\frac{1}{10} t_1$	$\frac{1}{5} t_1$	$\frac{1}{20} t_1$	$\frac{1}{10} t_1$	$\frac{1}{5} t_1$
$t_1 = 0,2$	0,7671	0,6866	0,6145	0,6383	0,5892	0,5273	0,5649	0,5056	0,4525
0,3	0,7546	0,6741	0,602	0,6458	0,5767	0,5148	0,5524	0,4931	0,44
0,5	0,7296	0,6491	0,5770	0,6208	0,5517	0,4898	0,5274	0,4681	0,415
1	0,6671	0,5866	0,5145	0,5583	0,4892	0,4273	0,4649	0,4056	0,3525
2	0,5421	0,4616	0,389	0,4333	0,3642	0,3023	0,3399	0,2806	0,227

Sauf les deux valeurs soulignées, pour $t_1 = 2''$ (vitesse peu usuelle), les quantités du tableau V *ter* sont suffisamment approchées de celles du tableau V; elles sont généralement un peu plus grandes, et cela arrive fort à propos, car, le coefficient h variant, comme nous le verrons plus loin, entre 7 et 9, les coefficients m sont, en réalité, compris entre ceux portés aux tableaux V et V *bis*.

En posant :

$$\frac{t_a}{t_1} = x, \quad \frac{t_c}{t_1} = y,$$

la formule de l'échange de chaleur (1), du § X, devient :

$$(2) \quad Q_a = h S a t_1 \left[0,475 x - 0,16(\theta_2 e^{-1,33 y} + \theta_1) - \frac{1}{8}(t_1 - 0,2)(\theta_1 + \theta_2) \right]$$

XIII. — Le second terme de $T - \theta$ (§ VIII) est :

$$W = - \sum \frac{2 \sin 2nX}{2nX + \sin 2nX} \int_0^t d\theta e^{-kn^2(t-\tau)}.$$

Quand la température reste constante pendant l'admission, $W = 0$. Ce cas se trouve réalisé, à peu de chose

près, dans les machines à faible vitesse où les lumières restent ouvertes en grand pendant l'admission et se ferment très rapidement à la fin. Mais, dans un grand nombre de machines, il en est autrement. Il se produit un laminage de vapeur qui abaisse notablement la pression dans le cylindre.

Il s'agit de savoir ce que donne alors le terme W.

En thèse générale, on peut admettre qu'à partir de l'origine de la course la température reste constante pendant une fraction de l'admission, puis s'abaisse jusqu'à la température θ_a de la fin de l'admission, en suivant approximativement une ligne droite. Lorsque le laminage est important, la température de la vapeur suit à peu près la ligne droite partant de l'origine et aboutissant à θ_a . Cherchons W dans ce dernier cas. On a, en effectuant l'intégration :

$$W = \sum \frac{2 \sin 2nX}{2nX + \sin 2nX} \frac{\theta_a}{t_a} \frac{1 - e^{-kn^2t}}{kn^2}.$$

La quantité de chaleur échangée afférente au terme W est :

$$\frac{Q'_a}{hS} = \int_0^{t_a} W dt = \theta_a \sum \frac{2 \sin 2nX}{2nX + \sin 2nX} \frac{1}{kn^2} - \theta_a \sum \frac{2 \sin 2nX}{2nX + \sin 2nX} \frac{1}{k^2 n^4} \frac{1 - e^{-kn^2t_a}}{t_a}.$$

Elle ne dépend donc que de la température fin admission et de la durée de l'admission.

Le premier terme du second membre de la formule ci-dessus est égal à 3,2152 θ_a . Le calcul du coefficient ρ du second terme s'effectue au moyen d'une table des valeurs de :

$$\sum \frac{2 \sin 2nX}{2nX + \sin 2nX} \frac{e^{-kn^2t}}{k^2 n^4}.$$

On dresse ainsi le tableau suivant :

TABLEAU VII.

$t_a =$	0	0°,02	0°,04	0°,06	0°,1	0°,2	0°,5
$\rho =$	3,2152	3,175	3,168	3,163	3,157	3,147	3,075

On peut admettre que ρ varie linéairement et poser :

$$\rho = 3,2152 - 0,33t_a.$$

La formule donnant Q'_a devient alors :

$$\frac{Q'_a}{hS} = 0,33\theta_a t_a.$$

Cette quantité de chaleur est ordinairement négligeable. Mais, si on la néglige, il est préférable de prendre dans la formule (1) du § X, comme température d'admission, la température moyenne pendant cette phase.

• XIV. — *Échanges de chaleur avec les parois cylindriques.* — Nous admettrons que, dans une couronne cylindrique a , de hauteur infiniment petite, la loi de la propagation de la chaleur est la même que dans une paroi plane. Ceci n'est qu'approximatif, surtout parce qu'on ne tient pas compte de la propagation de la chaleur suivant les génératrices du cylindre. La température moyenne de la paroi cylindrique est plus élevée aux deux bouts du cylindre qu'au milieu, mais il résulte des expériences de M. Bryan Donkin que ses variations sont faibles. On négligera donc leur influence.

Nous allons chercher quelle est la loi de propagation de la chaleur dans une couronne cylindrique infiniment petite, en opérant comme s'il s'agissait d'une paroi plane

indéfinie. Il faut d'abord connaître la température de la source.

Considérons le diagramme des températures de la vapeur en prenant pour origine le point mort. La couronne cylindrique a se trouve, au début, de l'autre côté du piston, ou bien est recouverte par lui; elle sera découverte au bout d'un temps t , qui correspond à une température θ_t du diagramme. A partir d'alors, la température de la source qui agit sur la couronne a est donnée par la partie

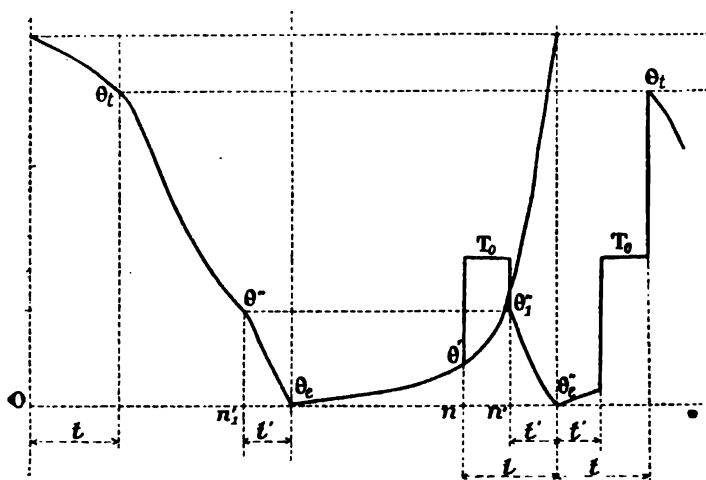


FIG. 5.

du diagramme qui commence au point θ , (fig. 5). Cela a lieu jusqu'à ce que le piston, ayant effectué sa course d'aller et une partie de sa course de retour, revienne à hauteur de la couronne a . Le temps écoulé sera $t_1 - t$, ce qui donne le point n de l'axe des abscisses et correspond à une température θ' du diagramme. A partir de ce moment, ce n'est plus la vapeur qui chauffe la couronne a , mais le piston. La température de la source est donc discontinue; elle passe brusquement de θ' à la tempéra-

ture de la couche superficielle du piston, puis devient égale à la température moyenne T_0 du piston. Quand celui-ci a dépassé la couronne a , pour le temps $t_1 - t'$, elle est baignée par la vapeur de la cylindrée opposée dont on trouve la température en reportant l'abscisse t' en avant du point t_1 ; cela donne le point n'_1 et la température $\theta'' = \theta''_1$. Donc, à partir du temps $t_1 - t'$, la température est donnée par la partie du diagramme qui commence à θ'' . Pour le temps $t_1 + t'$, le piston, dans sa nouvelle course d'aller, vient couvrir de nouveau la couronne a , et la source de chaleur est encore le piston lui-même jusqu'au moment $t_1 + t$. Ainsi la courbe des températures est la ligne $\theta, \theta'' \theta' T, \theta''_1, \theta'_1, T, \theta_1$. Dans ce diagramme l'écart entre les températures extrêmes est $\theta_c - \theta_c$.

Cherchons la quantité de chaleur transmise à la couronne a pendant la phase d'admission.

La différence entre la température θ de la source et la température T à la surface de la couronne est, en négligeant le terme W :

$$T - \theta = U.$$

Si le diagramme θ n'avait pas de compression et si le piston pouvait être supposé sans épaisseur, on aurait, comme on l'a vu au § X :

$$U = \mu_0 (\theta_i - \theta_c),$$

et μ_0 varierait comme l'indiquent les nombres des trois premières colonnes du tableau IV.

L'existence d'une compression ne se fait pas sentir sur la paroi cylindrique, car, à cause de l'épaisseur du piston, pendant cette phase, la paroi est recouverte par le piston, qui constitue la source de chaleur à la place de la vapeur. Ce n'est pas d'ailleurs une source de chaleur

équivalente; le piston échange moins de calorique avec la paroi.

D'après cela, et eu égard aux chiffres des tableaux III et IV, nous proposons de prendre pour μ_0 la valeur linéaire suivante :

$$\mu_0 = 0,60 - 1,2 \frac{t_a - t}{t_1}.$$

L'erreur commise en prenant cette formule est inférieure à $\frac{1}{10}$, lorsque la vitesse est égale ou supérieure à 2 tours par seconde, $t_1 \leq 0,5$. Quand l'admission n'excède pas $\frac{1}{5} t_1$, on peut se contenter de prendre pour μ_0 la valeur constante 0,50. Enfin, pour des vitesses de 1 tour par seconde, on aurait approximativement :

$$\mu_0 = 0,50 - 1,2 \frac{t_a - t}{t_1}$$

ou, pour des admissions inférieures à $\frac{1}{5} t_1$:

$$\mu_0 = 0,40.$$

Il résulte de la formule simple exprimant μ_0 que la quantité de chaleur dQ , cédée à la couronne cylindrique de surface dS , du temps t au temps t_a , est :

$$\frac{dQ}{h} = dS \int_t^{t_a} \mu dt = dS (\theta_t - \theta_c) \left(0,6 - 1,2 \frac{t_a - t}{2t_1} \right) (t_a - t);$$

or :

$$dS = \pi D dl = \frac{2\pi}{t_1} \frac{\pi CD}{2} \sin 2\pi \frac{t}{t_1} dt,$$

en appelant C la course du piston, et D le diamètre.

Il vient alors :

$$\frac{dQ}{h} = \frac{2\pi}{t_1} \frac{\pi CD}{2} (\theta_t - \theta_c) \left(0,6 - 1,2 \frac{t_a - t}{2t_1} \right) (t_a - t) \sin 2\pi \frac{t}{t_1} dt.$$

Il faut intégrer dQ de 0 à t_a , pour avoir la chaleur totale échangée avec la paroi cylindrique pendant l'admission. A cet effet, il faut connaître θ_t en fonction de t . Ordinairement θ_t diffère très peu de la température initiale θ_0 . Quand il y a un fort laminage de la vapeur, θ_t diminue linéairement de θ_0 à θ_a , et on peut alors poser :

$$\theta_t = (\theta_0 - \theta_a) \frac{t}{t_a}.$$

En effectuant l'intégration pour $\theta_t = \theta_0$, on trouve :

$$\frac{Q_c}{h} = \frac{\pi CD}{2} (\theta_0 - \theta_e) \left\{ 0,6 \left(t_a - \frac{t_1}{2\pi} \sin 2\pi \frac{t_a}{t_1} \right) - \frac{1,2}{2t_1} \left[t_a^2 - 2 \left(\frac{t_1}{2\pi} \right)^2 \left(1 - \cos 2\pi \frac{t_a}{t_1} \right) \right] \right\}$$

Le second terme de cette expression est petit par rapport au premier, et on peut le négliger à la condition de prendre le coefficient 0,50 au lieu de 0,60. On a alors, en remarquant que $\theta_0 - \theta_e$ n'est autre que la quantité appelée $\theta_1 + \theta_2$ au § X :

$$(3) \quad Q_c = h \frac{\pi CD}{2} (\theta_1 + \theta_2) 0,50 \left(t_a - \frac{t_1}{2\pi} \sin 2\pi \frac{t_a}{t_1} \right).$$

La quantité totale de chaleur cédée par la vapeur aux parois pendant l'admission est $Q_a + Q_c$, et les formules (1) et (3) résolvent complètement le problème.

CHAPITRE III.

Pouvoir absorbant des parois des cylindres.

XV. — La solution du problème des échanges de chaleur entre la vapeur et les parois des cylindres comporte deux points principaux :

1° La recherche des intégrales des équations différentielles de la chaleur, question purement mathématique qui a été résolue dans ce qui précède ;

2° L'étude du coefficient de conductibilité extérieure ou du pouvoir absorbant des parois, que nous avons appelé h .

Cette dernière étude, qui ne peut être basée que sur l'expérimentation, est la plus difficile. Elle peut s'appuyer, heureusement, sur des éléments d'investigation très riches et très variés, provenant des applications qui ont été faites de la théorie expérimentale de la machine à vapeur de Hirn, par Hirn lui-même et par les savants de son école.

Il est clair que la théorie mathématique des échanges de chaleur ne serait qu'une inutile spéculation, si le coefficient h ne pouvait pas être déterminé. Il n'est pas nécessaire que ce coefficient soit constant, mais il faut qu'il soit soumis à des lois fixes. Tel ne serait peut-être pas le cas, si la théorie que Zeuner a opposée à celle de Hirn était exacte, c'est-à-dire si la chaleur perdue par la vapeur était absorbée, non par le métal des parois, mais par une masse d'eau stagnante dans le cylindre.

Nous avons calculé les échanges de chaleur en appliquant la formule :

$$Q = \int h (T - \theta) dt,$$

et nous avons admis qu'on pouvait poser :

$$\int h (T - \theta) dt = h \int (T - \theta) dt.$$

Cela implique que h soit indépendant des variables $T - \theta$ et t . D'après la loi de Newton, le pouvoir absorbant ne serait indépendant des écarts de température que lorsque ceux-ci n'excèdent pas 20°. Cette condition n'est pas absolument réalisée par les parois des cylindres en

contact avec la vapeur ; mais le calcul de $T - \theta$, tel qu'il est indiqué au § X, montre que l'écart des températures ne dépasse 20° que pendant des durées assez petites par rapport à la durée totale de l'échange.

Il faudrait, en outre, savoir si h est indépendant du temps, c'est-à-dire si, pour une paroi et une vapeur données, h reste toujours le même, par exemple pendant toute la durée de l'admission. Il est peu probable que l'état de la surface de la paroi pendant cette durée ne soit pas modifié, en raison des condensations qui se produisent. Si la paroi est sèche au début, il s'y dépose bientôt soit une pellicule liquide, soit des gouttelettes, ce qui est parfaitement de nature à modifier le pouvoir absorbant. On ne peut donc affirmer *a priori* qu'il reste constant du commencement à la fin de l'admission. Mais conserve-t-il des valeurs moyennes comparables ? C'est là une des questions principales à résoudre.

Le coefficient h peut, en outre, ne pas être le même pour les parois couvercle et cylindrique. La première n'est pas polie, l'autre l'est par le frottement continu du piston ; elles ne sont pas également graissées : toutes choses qui peuvent faire varier h .

La vitesse et l'état de la vapeur peuvent aussi influencer sur h . Avec de la vapeur surchauffée, le pouvoir absorbant diffère notablement de ce qu'il est avec de la vapeur saturée. Même dans ce dernier cas, il est à présumer que h augmente avec le degré d'humidité de la vapeur.

Enfin, il faut savoir si h acquiert les mêmes valeurs moyennes dans toutes les catégories de machines, car ce n'est qu'à cette condition que la théorie mathématique peut être générale et, par suite, avoir de l'utilité.

Je vais donc chercher la valeur de h en partant des essais de machines à vapeur basés sur la théorie expérimentale de Hirn et en leur appliquant les formules données aux §§ X et XIV. Je me suis proposé de faire cette

application à tous les essais dont les résultats ont été publiés. Malheureusement, les indications données par les divers auteurs sont souvent incomplètes et notamment ne contiennent généralement pas la valeur exacte de la surface S influencée par la vapeur au début de l'admission.

En outre, les formules données plus haut ne doivent être appliquées qu'aux machines sans enveloppe de vapeur et sans surchauffe, ce qui élimine un grand nombre d'essais très complets et très précis, dont on ne pourra utiliser les résultats que quand la théorie actuelle aura été complétée.

XVI. — Pour donner un exemple de la façon dont on peut calculer h , prenons l'expérience de Hirn, du 8 septembre 1875, sur la machine du *Logelbach*, dont les dimensions sont : Diamètre, $D = 0^m,605$; course du piston, $C = 1^m,702$; surface des parois-couvercle en contact avec la vapeur au début de l'admission, $S = 0^m^2,608$.

Les conditions de l'essai étaient les suivantes :

Durée d'un tour : $t_1 = 1^s,973$.

Admission : 0,1542 du volume ; d'où : $t_a = 0,2525$.

Compression : 0,0824 du volume et, par suite, très voisine de $\frac{1}{10} t_1$.

Température moyenne pendant l'admission :

$$\theta = \frac{148^{\circ},8 + 140^{\circ},3}{2} = 145^{\circ},6.$$

Température de la vapeur à l'échappement : $\theta_2 = 61^{\circ},1$.

Température de la vapeur à la fin de la compression : $\theta_1 = 136^{\circ},6$.

Quantité de chaleur cédée aux parois pendant l'admission : 49,9 Calories.

Il faut appliquer la formule :

$$\frac{Q_a + Q_c}{h} = S[m(\theta_1 - \theta_2) + m_0(\theta_0 - \theta_1) t_a + \frac{\pi CD}{2} (\theta_0 - \theta_2) 0,40 \left(t_a - \frac{t_1}{2\pi} \sin 2\pi \frac{t_a}{t_1} \right)].$$

D'après le tableau V, pour les valeurs ci-dessus de t_1 ,

$\frac{t_a}{t_1}$ et $\frac{t_c}{t_1}$, on a :

$$\begin{aligned} m_0 &= 0,47, \\ m &= 0,32; \end{aligned}$$

d'où :

$$\begin{aligned} \frac{Q_a}{h} &= 5,5098, \\ \frac{Q_c}{h} &= 1,5593, \end{aligned}$$

et :

$$Q_a + Q_c = h \cdot 7,0691 = 49^{\text{Cal}}.9.$$

On en déduit :

$$h = 7,0589.$$

D'après les unités choisies, ce coefficient h représente le nombre de Calories qui traverse 1 mètre carré de surface de la paroi intérieure pour une différence de température de 1° et pendant une seconde.

XVII. — Une série d'essais très divers ont été effectués, en 1888, par M. Willans sur sa machine à vapeur dite *Central valve Engine* (Mémoire présenté, le 13 mai 1888, à l'Institut des Ingénieurs civils de Londres. Voir aussi : *Revue universelle de Liège*, tome V, 1889).

Cette machine est à *triple expansion* ; les essais ont porté principalement sur le plus grand cylindre fonctionnant tantôt seul, comme une machine simple, tantôt en compound. Les dimensions de ce cylindre sont : $D = 0^{\text{m}},3556$, $C = 0^{\text{m}},1524$. La surface en contact avec la vapeur au début de la course est : $S = 0^{\text{m}^2},25733$.

Dans les deux tableaux suivants, la partie supérieure (six premières lignes) résume celles des données, qui nous sont utiles ici, des expériences de Willans, et la partie inférieure les éléments du calcul de h , effectué comme il est dit au paragraphe ci-dessus.

TABLEAU VIII.

	1	2	3	4	5	6	7
Fraction de la course après laquelle l'admission cesse.....	0,604	0,437	0,339	0,296	0,264	0,2375	0,216
Nombre de tours par minute.....	393,5	408,4	409,1	403,17	400,9	397,7	406,16
Nombre de Calories perdues pendant l'admission.....	0,823788	1,30183	2,05833	1,776	1,98147	2,5857	2,3778
Température moyenne pendant l'admission.....	131°.4	138°.7	140°.7	154°.8	161°.5	163°.4	166°.7
Température fin compression....	131°	125°	137°	120°	133°	137°	150°
Température pendant l'émission.	100°	100	102°.2	102°.2	102°.7	102°.2	101°.6
t_1	0°.15248	0°.147	0°.1467	0°.1488	0°.1497	0°.15087	0°.1477
t_a	0°.0431518	0°.03381	0°.02892	0°.02723	0°.025748	0°.02444	0°.02763
$\frac{t_a}{t_1}$	0,283	0,23	0,1972	0,183	0,172	0,162	0,151
m_0	0,48	0,595	0,61	0,623	0,635	0,64	0,645
m	0,5	0,52	0,52	0,53	0,54	0,54	0,545
$\frac{Q_c}{h}$	0,165	0,17965	0,1923	0,21798	0,22662	0,23445	0,233
$\frac{Q}{h}$	0,0248	0,01732	0,01382	0,01333	0,01134	0,01213	0,01013
$\frac{Q}{h} + \frac{Q_c}{h}$	0,1898	0,19697	0,20612	0,23131	0,23796	0,23658	0,23313
$\frac{Q}{h}$	4,3403	6,60991	9,98	7,59	8,3928	10,93	10,19

TABLEAU IX.

	8	9	10	11	12	13	14	15
Fraction de la course après laquelle l'admission cesse.....	0,437	0,437	0,339	0,339	0,264	0,264	0,216	0,216
Nombre de tours par minute.....	200,6	110,5	205,2	112,7	223	122,8	223,7	138
Nombre de Calories perdues pendant l'admission.....	1,799	3,01644	3,69	5,0057	1,906	4,4158	3,613	4,907
Température moyenne pendant l'admission....	137°.75	137°.2	156°.4	149°.9	159°.4	139°.1	167°.2	167°.1
Température fin émission.	119°.4	117°.2	136°.6	137°.8	128°.9	128°.3	133°.3	135°
Température pendant l'émission.....	100°.55	100°	100°.55	100°	101°.1	101°.1	101°.1	101°.1
t_1	0°.3	0°.543	0°.2027	0°.532	0°.269	0°.1886	0°.269	0°.431
t_a	0°.069	0°.1249	0°.05772	0°.10491	0°.046268	0°.084039	0°.041126	0°.081
$\frac{t_a}{t_1}$	0,23	0,23	0,1972	0,1972	0,172	0,172	0,154	0,154
m_0	0,56	0,53	0,585	0,56	0,61	0,56	0,63	0,585
m	0,48	0,435	0,485	0,45	0,51	0,465	0,53	0,485
$\frac{Q_a}{h}$	0,3437	0,5785	0,38098	0,61063	0,3903	0,6836	0,41005	0,619
$\frac{Q_c}{h}$	0,0322	0,0591	0,0273	0,05034	0,02024	0,03679	0,016677	0,031
$\frac{Q_a + Q_c}{h}$	0,3759	0,6376	0,40828	0,66097	0,41054	0,70039	0,426727	0,65
$\frac{Q_a}{h}$	4,786	4,731	7,569	7,245	4,648	6,305	8,4667	7,589

Les valeurs trouvées pour h paraissent assez dissemblables; mais il ne faut pas oublier que les nombres trouvés par M. Willans pour les pressions, les températures et les calories perdues sont déduits de diagrammes d'indicateur, peu précis quand les vitesses sont aussi élevées (400 tours par minute). Les observations ci-dessus sont donc affectées d'un certain degré d'erreur qui peut expliquer la divergence des coefficients h . Quelques-unes de ces observations paraissent même entachées d'erreurs systématiques; ce sont celles où on trouve pour h des valeurs comprises entre 4 et 5. Si on compare, par exemple, les essais 8 et 10, effectués à même vitesse, où l'admission est notablement plus élevée dans le premier que dans le second, on voit que dans l'essai 8 la quantité de chaleur cédée aux parois est près de moitié moins grande que dans l'essai 10, et cependant l'écart des températures n'est augmenté de l'un à l'autre que de 13° passant de 37 à 50° . Quelle que soit l'hypothèse faite sur l'origine des condensations, action exclusive des parois métalliques, action d'une masse d'eau stagnante jouant l'office de condenseur, ou action combinée de ces deux causes, il nous paraît impossible d'expliquer de pareilles anomalies; elles doivent provenir d'erreurs d'observation.

Nous pensons donc qu'il convient d'écarter les essais 1, 8, 9 et 12, comme entachés d'erreurs systématiques.

Si on prend la moyenne des valeurs de h trouvées dans les onze autres essais, on trouve :

$$h = 8,26.$$

Pour les quinze essais, sans élimination d'aucun d'eux, la valeur moyenne h est de 7,291.

Dans son mémoire à la Société des Ingénieurs civils de Londres, M. Willans, remarquant le peu d'influence que paraissent avoir sur la quantité de chaleur perdue les

variations de l'étendue des surfaces, en concluait que, en $\frac{1}{30}$ de seconde, durée approximative de l'admission quand la vitesse est de 400 tours par minute, la surface métallique n'a pas le temps d'absorber la chaleur et qu'alors la présence dans le cylindre d'une quantité comparativement constante d'eau est le facteur principal des pertes de chaleur.

Le peu d'influence des variations de l'étendue des surfaces n'est pas pour surprendre. Comme on le voit sur les tableaux VIII et IX, le terme $\frac{Q_c}{h}$ (Q_c est la chaleur absorbée par la surface cylindrique) est très petit comparativement à $\frac{Q_a}{h}$, environ le dixième de $\frac{Q_a}{h}$, et pourrait être négligé sans grande erreur. Cela tient à ce que $\frac{\pi CD}{2} = 0^m2,085115$, valeur faible par rapport à $S = 0^m2,25733$, et à ce que l'action condensante de la surface cylindrique, qui n'est découverte que peu à peu par le piston, est moindre que celle de la surface-couvercle. La théorie nous montre donc que, dans la machine de M. Willans, la surface-condensante peut être considérée comme réduite à la surface couvercle, toujours constante, et que, par suite, la variation de l'étendue des surfaces n'a qu'une influence négligeable sur les pertes de chaleur.

Maintenant est-il admissible que la surface métallique puisse absorber les quantités de chaleur trouvées en un temps aussi court que $\frac{1}{30}$ de seconde? N'est-il pas nécessaire pour cela que le pouvoir absorbant, h , ait une valeur excessive? Il n'en est rien, comme on le voit sur les tableaux VIII et IX, et il est même assez curieux de remarquer que, dans un certain nombre des essais de

M. Willans, le coefficient h est notablement plus petit que dans l'expérience de Hirn, effectuée sur une machine des plus lentes. L'action exclusive des parois métalliques suffit donc parfaitement à expliquer les pertes de chaleur trouvées par M. Willans.

XVIII. — M. Dwelshauvers-Déry a fait récemment une série d'expériences très intéressantes sur la machine du laboratoire de l'École de Liège (*Revue universelle de Liège*, novembre 1896). Nous ne retiendrons pour le moment que les deux essais effectués avec de la vapeur saturée, sans vapeur dans les enveloppes.

Les dimensions de la machine sont les suivantes : $D = 0^m,30$; $C = 0^m,60$. D'après cela, la surface en contact avec la vapeur au début de la course serait de :

$2\pi \frac{D^2}{4} = 0^m^2,1414$, si elle était réduite au fond du cylindre et à la surface du piston. La surface influencée par la vapeur est toujours un peu plus grande que $2\pi \frac{D^2}{4}$, et on

peut admettre qu'on a : $S = \left(1 + \frac{1}{10}\right) 2\pi \frac{D^2}{4} = 0^m^2,15554$.

On a d'ailleurs $\frac{\pi CD}{2} = 0^m^2,28274$. L'admission et la com-

pression sont de $\frac{1}{10}$ de la course. Le tableau suivant résume les données des expériences et les résultats du calcul de h .

TABLEAU X.

	1	2
Titre de la vapeur, à l'admission.....	0,9464	0,9807
Température de la vapeur à l'admission.....	151°,3	151°,8
— — — à l'échappement.....	53°	50°,5
— — — fin compression.....	90°	83°
t_1	1°,5946	1°,3526
t_a	0°,16511	0°,14013
$\frac{t_1}{t_a}$	0,1036	0,1036
Quantité de chaleur perdue pendant l'admission, par coup.....	13 ^{cal} ,1398	9 ^{cal} ,4332
m_v	0,55	0,575
m	0,39	0,415
$\frac{Q_a}{h}$	1,2364	1,1562
$\frac{Q_c}{h}$	0,15742	0,13851
$\frac{Q_a + Q_c}{h}$	1,39382	1,29471
$\frac{h}{h}$	9,4055	7,286

Dans l'essai 2, où la vapeur est à peu près sèche, on trouve la même valeur de h que dans l'expérience de Hirn. Dans l'expérience 1 nous trouvons une valeur de h plus grande, ce qui prouve que le titre de la vapeur a une influence très accusée sur le pouvoir absorbant. Quand la vapeur est surchauffée, le pouvoir absorbant est relativement faible; il augmente quand on passe de la vapeur surchauffée à la vapeur saturée sèche, et il doit évidemment augmenter encore quand la proportion d'humidité s'accroît. C'est là, croyons-nous, la cause qui influe le plus sur la valeur de h . D'ailleurs, la variation de ce coefficient, en fonction de l'humidité de la vapeur, ne peut être considérée comme évaluée d'une manière définitive par les deux seules expériences de M. Dwelshauvers-Déry.

En admettant que h varie proportionnellement au degré d'humidité y , contenue dans la vapeur, on aurait, y étant

évalué en centièmes :

$$h = 6,0933 + 61,8y.$$

En attendant que de nouvelles expériences viennent élucider les diverses questions que soulève la détermination du pouvoir absorbant des parois métalliques des cylindres en contact avec de la vapeur saturée, nous croyons pouvoir conclure de ce qui précède que h ne varie que dans des limites assez restreintes et que, en prenant pour ce coefficient les valeurs moyennes trouvées ci-dessus, ou mieux celles données par la formule précédente, on arrive à déterminer les quantités de chaleur perdue pendant l'admission avec une approximation suffisante en pratique.

Bourges, mai 1897.

BULLETIN

**PRODUCTION DU CUIVRE BRUT, DU ZINC, DE L'ÉTAIN, DU NICKEL
ET DE L'ANTIMOINE DANS LE MONDE DE 1890 A 1896.**

PRODUCTION DU CUIVRE BRUT DE 1890 A 1896 (*).

	1890	1891	1892	1893	1894	1895	1896
	ton. métr.	ton. métr.	ton. métr.	ton. métr.	ton. métr.	ton. métr.	ton. métr.
Allemagne.....	24.427	24.092	24.781	24.011	25.722	25.777	29.319
Grande-Bretagne.....	89.376	94.793	100.573	90.674	69.611	78.246	76.000
France.....	2.600	4.000	6.400	6.600	6.400	8.245	8.500
Autriche-Hongrie.....	1.267	1.280	1.154	1.287	1.612	1.152	1.300
Italie.....	1.384	1.558	2.564	2.371	2.670	2.375	3.000
Russie.....	4.872	4.872	4.978	5.080	5.080	5.080	5.080
Autres Etats d'Europe.....	1.300	1.300	1.400	1.300	1.300	1.300	1.300
<i>Importation en Europe.</i>							
Du Japon.....	12.978	10.924	8.405	5.620	6.313	10.300	10.000
D'Australie.....	5.933	6.538	3.980	4.621	5.596	8.100	8.500
D'Amérique (**).	32.389	52.262	34.064	84.774	101.502	85.382	143.000
Production de et pour l'Europe.....	176.526	201.619	188.299	226.338	225.836	225.957	285.929
Production des Etats-Unis, non compris l'exportation (***).....	103.463	83.258	118.955	70.731	88.215	114.914	82.500
Japon (consommation en Asie) (****).....	2.262	6.348	9.883	12.668	14.027	8.424	9.000
Production totale.....	282.251	291.225	317.137	309.747	328.078	349.295	377.429

(*) Les nombres en italique sont donnés, au moins pour partie, par estimation.

(**) Chili et Etats de l'Amérique du Sud, États-Unis, Mexique, colonies anglaises du nord de l'Amérique.

(***) Production des Etats-Unis : 1890, 121.522 ; 1891, 125.376 ; 1892, 159.685 ; 1893, 151.871 ; 1894, 164.149 ; 1895, 177.323 ; 1896, 208.500 tonnes.

(****) Quantités auxquelles il y a lieu, pour avoir la production réelle, d'ajouter l'importation en Europe précédemment indiquée.

PRODUCTION DU ZINC BRUT DE 1890 A 1896.

	1890	1891	1892	1893	1894	1895	1896
	ton. mètr.	ton. mètr.	ton. mètr.	ton. mètr.	ton. mètr.	ton. mètr.	ton. mètr.
Etats allemands de l'ouest, Belgique, Hollande.....	139.832	141.930	145.598	152.146	154.859	174.889	182.606
Silésie.....	88.875	84.473	89.164	91.755	92.603	95.519	97.409
Grande-Bretagne.....	29.611	29.880	30.795	28.829	32.578	29.967	26.294
France et Espagne.....	18.532	18.654	18.961	20.914	21.585	23.261	28.905
Autriche.....	7.249	6.543	5.100	7.681	8.717	8.489	9.403
Russie.....	3.678	3.820	4.338	4.602	5.095	5.039	6.263
Etats-Unis.....	60.808	72.904	78.914	72.166	65.440	79.457	74.274
Production totale.....	348.585	362.204	372.900	378.093	389.877	416.621	425.154

PRODUCTION DE L'ÉTAIN DE 1890 A 1896.

	1890	1891	1892	1893	1894	1895	1896
	ton. mètr.	ton. mètr.	ton. mètr.	ton. mètr.	ton. mètr.	ton. mètr.	ton. mètr.
Angleterre.....	9.755	9.502	9.418	8.978	8.460	6.754	5.080
Expéditions des Détroits en Europe et en Amérique.....	27.909	31.960	35.202	40.305	46.370	48.605	47.935
Expéditions d'Australie.....	6.518	6.087	6.068	5.668	5.917	5.072	4.389
Vente Banks en Hollande.....	5.402	5.435	6.401	5.328	5.716	6.321	6.843
Vente Billiton en Hollande et à Java. Importation de Bolivie en Angleterre.	5.316	5.845	5.649	5.549	4.811	4.612	5.121
Vente Singkep.....	1.691	1.584	2.864	2.956	3.538	4.162	3.890
Allemagne et Autriche.....	"	"	"	"	654	852	852
	113	343	756	1.016	976	944	519
Production totale.....	56.704	60.756	66.358	69.800	75.788	77.424	74.629

PRODUCTION DU NICKEL DE 1890 A 1896.

	1890	1891	1892	1893	1894	1895	1896
	ton. mètr.	ton. mètr.	ton. mètr.	ton. mètr.	ton. mètr.	ton. mètr.	ton. mètr.
Suède et Norvège...	78	103	97	90	90	90	?
Allemagne (*).	434	594	746	893	522	698	?
Etats-Unis et Canada.	744	2.160	1.932	1.823	2.250	1.800	?
Nouv ^e Calédonie (**).	1.200	1.900	950	1.600	1.900	1.850	2.150
Production totale..	2.456	4.757	3.725	4.403	4.762	4.438	?

(*) Production de la Prusse seulement, à laquelle il y aurait lieu d'ajouter le nickel produit dans le royaume de Saxe.

(**) Non compris l'exportation du minerai de la Nouvelle-Calédonie en Allemagne.

PRODUCTION DE L'ALUMINIUM DE 1890 A 1896.

	1890	1891	1892	1893	1894	1895	1896
	kilogr.	kilogr.	kilogr.	kilogr.	kilogr.	kilogr.	kilogr.
Suisse (*).....	40.538	168.669	237.395	437.476	600.000	650.000	650.000
Angleterre.....	70.000	52.500	41.000	"	"	"	"
France.....	37.000	36.000	75.000	137.000	270.000	360.000	500.000
Etats-Unis.....	27.850	76.138	133.635	141.336	370.372	416.760	588.960
Production totale..	175.388	533.307	487.030	715.812	1.240.372	1.426.760	1.738.900

(*) Le chiffre de 1896 est donné par estimation.

(*Extrait des Statistische Zusammenstellungen über Blei, Kupfer, Zink, Zinn, Silber, Nickel und Aluminium von der Metallgesellschaft, 4. Jahrgang*).

LOIS, DÉCRETS ET ARRÊTÉS

CONCERNANT

LES MINES, CARRIÈRES, SOURCES D'EAUX MINÉRALES,
CHEMINS DE FER EN EXPLOITATION, ETC.

Décret du Président de la République, du 4 juillet 1897, autorisant le sieur BOUTARIN à établir un dépôt de dynamite de 2^e catégorie au lieu dit la Roche, sur le territoire de la commune de SAINT-ÉTIENNE (Loire). — Contenance maximum : 50 kilogrammes ().*

Décret du Président de la République, du 19 juillet 1897, déterminant les conditions de congé illimité pour les ingénieurs des ponts et chaussées et des mines.

Le Président de la République française,

Sur le rapport du ministre des travaux publics,

Vu les décrets des 13 octobre et 24 décembre 1851 (**), portant organisation des corps des ponts et chaussées et des mines ;

Vu le décret du 30 octobre 1879 (***), relatif au congé renouvelable des ingénieurs des ponts et chaussées et des mines ;

Le conseil d'État entendu,

Décède :

Art. 1^{er}. — Les situations des ingénieurs des ponts et chaussées ou des mines sont les suivantes :

L'activité ;

La disponibilité ;

Le congé illimité ;

Le retrait d'emploi.

Art. 2. — Le congé illimité est accordé, dans un intérêt public,

(*) Voir *supra*, p. 81, le décret du 23 mars 1897 (dépôt de dynamite à Saint-Jean-de-Bonnefonds (Loire)).

(**) *Annales des Mines*, 2^e volume de 1851, p. 726.

(***) Volume de 1879, p. 345 et 348.

par le ministre des travaux publics, aux ingénieurs qui demandent à se retirer temporairement du service de l'État pour entrer, soit en France, dans des compagnies chargées de services publics pour l'État, les départements ou les communes, ou dans des compagnies minières, soit à l'étranger, dans des compagnies analogues, avec l'autorisation spéciale du ministre des affaires étrangères.

Le congé illimité ne peut être accordé qu'à l'ingénieur qui compte au moins cinq ans de services effectifs à dater de sa promotion au grade d'ingénieur ordinaire de 3^e classe.

L'ingénieur en congé illimité ne reçoit aucun traitement. Il conserve, mais seulement pendant cinq ans, ses droits à l'avancement et à la retraite, à charge d'effectuer les versements prescrits, à titre de retenue, par les lois et règlements, sur la totalité du traitement et des allocations qu'il touche de la compagnie à laquelle il est attaché.

Après cinq ans, l'ingénieur en congé illimité est maintenu sur les cadres, mais le temps qu'il continue à passer en dehors du service de l'État ne lui compte ni pour l'avancement ni pour la retraite. Pendant tout ce temps, il ne fait plus de versements; il ne peut plus être promu à un grade ou à une classe supérieure.

Il ne peut obtenir le grade d'inspecteur général que cinq ans après être rentré en activité.

Art. 3. — Les ingénieurs actuellement en congé renouvelable seront soumis aux dispositions qui précèdent à partir de la promulgation du présent décret.

Ils pourroient, en conséquence, être mis en congé illimité, et ne conserveront leurs droits à l'avancement que pendant cinq ans à partir de cette date.

Ils pourront néanmoins conserver leurs droits à la retraite, en faisant les versements ci-dessus prescrits, jusqu'à ce qu'ils aient rempli les conditions voulues pour obtenir leur pension.

Art. 4. — Le décret du 30 octobre 1879 est abrogé.

Art. 5. — Le ministre des travaux publics est chargé de l'exécution du présent décret, qui sera publié au *Journal officiel* et inséré au *Bulletin des lois*.

Fait à Paris, le 19 juillet 1897.

FÉLIX FAURE.

Par le Président de la République :

Le Ministre des travaux publics,

TUNREL.

Décret du Président de la République, du 20 juillet 1897, réglant l'exploitation des mines autres que les mines d'or, de métaux précieux et de pierres précieuses à MADAGASCAR.

RAPPORT AU PRÉSIDENT DE LA RÉPUBLIQUE FRANÇAISE.

Paris, le 20 juillet 1897.

Monsieur le Président,

Un décret du 17 juillet 1896 (*) a prescrit l'application d'une réglementation spéciale pour les mines d'or, métaux précieux et pierres précieuses à Madagascar.

Le régime des autres mines de la colonie n'a pas été fixé jusqu'à ce jour, aucune demande de concession n'ayant été régulièrement présentée. La situation ayant changé, il est devenu nécessaire de combler cette lacune.

J'ai, en conséquence, préparé le projet de décret ci-joint, que j'ai l'honneur de soumettre à votre haute sanction.

Je vous prie d'agréer, monsieur le Président, l'hommage de mon profond respect.

Le Ministre des colonies,
André LEBON.

Le Président de la République française,

Vu l'article 18 du sénatus-consulte du 3 mai 1854 ;

Vu le décret du 11 décembre 1895, fixant les pouvoirs du résident général à Madagascar ;

Vu les décrets des 28 décembre 1895 et 9 juin 1896, portant organisation du service de la justice à Madagascar ;

Vu le décret du 28 janvier 1896, portant rattachement des établissements français de Diégo-Suarez, Nossi-Bé et Sainte-Marie-de-Madagascar à l'administration de Madagascar ;

Vu le décret du 17 juillet 1896 (*), rendant exécutoires les dispositions du règlement local concernant le régime des mines d'or, des métaux précieux et des pierres précieuses à Madagascar ;

Vu les décrets des 3 août 1896 et 6 mars 1897, instituant un conseil d'administration près le résident général de Madagascar ;

Vu la loi du 6 août 1896, déclarant colonie française l'île de Madagascar et ses dépendances ;

(*) Volume de 1896, p. 410.

Vu l'arrêté du résident général de Madagascar, du 2 novembre 1896, portant réglementation sur les concessions de terres à Madagascar;

Vu le décret du 16 juillet 1897 sur le régime de la propriété foncière à Madagascar;

Vu le décret du 16 juillet 1897, portant organisation du domaine public à Madagascar;

Sur le rapport du ministre des colonies,

Décète :

TITRE I.

DISPOSITIONS GÉNÉRALES.

Art. 1^{er}. — Le présent décret s'applique aux mines autres que les mines d'or, de métaux précieux et de pierres précieuses. Ne sont pas considérés comme mines les gîtes de tourbe, de matériaux de construction et d'amendement; ces gîtes restent à la libre disposition des propriétaires du sol.

Art. 2. — Les Européens et assimilés sont admis à la recherche et à l'exploitation des mines; les indigènes et assimilés doivent être autorisés par le gouverneur de leur province, sauf l'approbation du résident.

Il est interdit aux fonctionnaires français et indigènes de l'administration de Madagascar, en activité de service, de se livrer à la recherche et à l'exploitation des mines.

Art. 3. — Les sociétés formées pour la recherche, pour l'acquisition et pour l'exploitation des mines doivent être constituées conformément aux lois françaises et avoir fait enregistrer et approuver leurs statuts en France ou à la résidence générale de Tananarive.

Art. 4. — Les matières dont les gîtes sont considérés comme mines sont concessibles; elles sont classées en quatre catégories:

1^o Combustibles minéraux, pétroles, bitumes et asphaltes (la tourbe exceptée);

2^o Sel gemme et sels associés;

3^o Phosphates en amas, couches et filons;

4^o Toutes autres substances minérales non comprises dans les catégories sus-énoncées.

Les gîtes non considérés comme mines sont considérés comme carrières.

Art. 5. — La concession comporte le droit d'exploiter toutes

les substances minérales d'une même catégorie, comprises dans le périmètre de la mine.

Il peut être accordé à des personnes distinctes des concessions pour des catégories différentes de matières dans le même périmètre.

TITRE II.

DE LA RECHERCHE DES MINES.

Art. 6. — Toute personne, toute société autre que le propriétaire du sol, qui veut se livrer à la recherche des mines, doit demander un permis de recherches soit au service des mines à Tananarive, soit au résident de la province.

Le coût du permis de recherches est fixé à 25 francs.

Art. 7. — Le permis de recherches est valable pour une année; il donne droit de faire des recherches en dehors du périmètre des concessions déjà instituées et des terrains de recherches déjà bornés; il peut être renouvelé, si l'administration le juge à propos.

Art. 8. — L'explorateur peut disposer du produit de ses recherches, à la condition d'en avertir le service des mines, de payer la redevance proportionnelle prévue par l'article 24 ci-dessous et de ne pas faire dégénérer ses recherches en exploitation.

Art. 9. — Lorsque l'explorateur aura choisi son terrain de recherches, il devra placer et maintenir aux angles de ce terrain, et à chaque kilomètre, sur les alignements droits, des poteaux-bornes d'une hauteur de 2 mètres au-dessus du sol.

Le maximum de superficie de ce terrain ne devra pas dépasser 2.500 hectares.

Les poteaux-bornes devront porter, en langue française, sur une planchette, les indications suivantes :

- 1° Nom du titulaire;
- 2° Date du permis;
- 3° Catégorie du minéral cherché.

Art. 10. — Aussitôt qu'il a planté ses poteaux-bornes, l'explorateur doit en informer le résident français de la circonscription et le chef du service des mines, en indiquant avec toute la précision possible la position de chacun.

L'avis est enregistré sur un registre spécial, avec indication de la date et de l'heure de l'arrivée.

Art. 11. — Il est interdit de faire des fouilles dans les propriétés encloses de murs et dans les lieux de sépulture, et de s'en

approcher à moins de 50 mètres, ainsi que des maisons, des puits, des voies de communication et des ouvrages d'art. Cette distance pourra être réduite avec l'assentiment de l'administration ou du propriétaire intéressé, suivant qu'il s'agit du domaine public ou d'une propriété privée.

Art. 12. — En propriété non close, tout explorateur ne peut entreprendre des fouilles que s'il y est autorisé par l'ayant droit, ou, à défaut, par l'administration.

Art. 13. — L'explorateur est responsable des dommages temporaires ou permanents subis par les propriétés ou cultures, du fait des fouilles. Tout dommage de cette nature donne lieu à une indemnité double du préjudice causé.

Le juge compétent sera le juge de paix ou le magistrat exerçant des fonctions similaires.

TITRE III.

DE L'INSTITUTION DES CONCESSIONS.

Art. 14. — Toute personne ou toute société qui a fait une découverte et qui veut obtenir une concession doit en faire la demande au service des mines à Tananarive. Elle doit justifier qu'elle se trouve dans les conditions requises par les articles 2 et 3.

Art. 15. — A la demande de concession doit être joint un plan à l'échelle de 1/10.000^e indiquant le tracé du périmètre jaloné sur le terrain.

Art. 16. — Les demandes sont inscrites à leur date de dépôt, sur un registre spécial, avec indication de la date du dépôt; elles reçoivent un numéro d'ordre. Il en est donné récépissé.

Art. 17. — L'administration procède à une enquête et fait vérifier le plan du terrain dans les délais les plus courts possible.

La demande est insérée par extraits, à trois reprises et à intervalle d'au moins un mois, dans le *Journal officiel* de Madagascar, aux frais du demandeur.

Art. 18. — Les oppositions à toute demande de concession doivent être faites sur papier timbré de 5 francs.

Elles sont reçues au service des mines jusqu'au moment de l'institution de la concession et signifiées au demandeur, aux frais et par les soins de l'opposant.

Art. 19. — La concession est accordée au demandeur s'il n'y a pas d'opposition. Son étendue ne peut dépasser 2.500 hectares. En cas d'opposition, l'administration apprécie souverainement à qui et dans quelle limite la concession doit être accordée.

TITRE IV.

DES DROITS ET OBLIGATIONS DES PROPRIÉTAIRES DES MINES.

Art. 20. — La propriété des mines est distincte de celle de la surface; elle est immobilière et transmissible, comme tous les autres biens immeubles, sauf les réserves des articles 2 et 3.

Art. 21. — Toute cession, toute réunion de mines de même catégorie doit être autorisée par l'administration.

Il est perçu sur tout acte de cession ou de réunion un droit de 4 p. 100.

Art. 22. — Les titres nominatifs émis pour la recherche, l'achat ou l'exploitation des mines, sont soumis à un droit de mutation de 1 p. 100 en cas de cession, et les titres au porteur à un droit annuel d'abonnement de 40 centimes p. 100.

Art. 23. — Toute mine est soumise à une redevance annuelle fixe de :

- 1 franc par hectare jusqu'à 200 hectares;
- 2 francs par hectare jusqu'à 500 hectares;
- 3 francs par hectare en plus jusqu'à 1.000 hectares;
- 4 francs par hectare en plus jusqu'à 1.500 hectares;
- 5 francs par hectare en plus jusqu'à 2.500 hectares.

Cette redevance n'est exigible qu'après l'expiration de la deuxième année de la concession.

De plus, les produits extraits payent une redevance proportionnelle de 2 1/2 p. 100 de leur valeur marchande sur le carreau de la mine, calculée d'après l'extraction du semestre précédent.

Art. 24. — Ces deux redevances, fixe et proportionnelle, sont payables d'avance et par semestre.

Art. 25. — En cas de retard de six mois dans le paiement de l'une des redevances, l'administration met en demeure le concessionnaire de s'acquitter dans les six mois suivants, faute de quoi la déchéance est prononcée.

Art. 26. — Toute mine ainsi retirée ou abandonnée est mise en adjudication dans un délai de six mois. L'adjudication, annoncée par voie d'affiche trois mois d'avance et dans ce délai par des insertions hebdomadaires au *Journal officiel* de Madagascar, porte sur une somme à verser immédiatement au Trésor par le nouveau concessionnaire.

Sur cette somme est prélevé le montant des redevances dues et d'une amende de 10 francs par hectare; l'excédent est remis

au concessionnaire déchu. La mine rentre aussitôt après dans le régime normal.

Art. 27. — A défaut d'adjudication, la concession est annulée.

TITRE V.

RELATIONS ENTRE L'EXPLOITANT DES MINES ET LES PROPRIÉTAIRES DE LA SURFACE.

Art. 28. — Aucun travail souterrain ne peut être ouvert ou poursuivi dans un rayon de 50 mètres autour des bâtiments de la surface qu'un mois après avertissement donné au chef du service des mines et aux propriétaires de ces bâtiments.

Art. 29. — L'exploitant d'une mine est tenu de réparer les dommages occasionnés à la surface par les travaux de la mine.

Le montant de l'indemnité sera fixé par le tribunal compétent, qui statuera d'urgence, comme en matière sommaire.

Art. 30. — L'article 41 est applicable à toutes les fouilles nécessitées par les travaux des mines, sous réserve des dispositions ci-après.

Art. 31. — L'exploitant d'une mine peut occuper temporairement, avec l'autorisation du chef du service des mines, et après paiement de l'indemnité annuelle prévue à l'article 33, les terrains situés dans son périmètre et nécessaires, soit à l'exploitation, soit à la préparation mécanique des minerais et au lavage des combustibles, soit à l'établissement de voies de communication exclusivement destinées à relier la mine avec ses dépendances ou avec des voies publiques.

Art. 32. — Un arrêté du résident autorisera de même, après paiement de l'indemnité annuelle prévue à l'article 33, l'occupation temporaire des terrains, situés en dehors de la concession, nécessaires pour l'exécution de travaux de secours, tels que puits et galeries d'aérage, d'épuisement et de sortage, et voies de communication.

Ces terrains seront réputés dépendances de la mine.

Art. 33. — L'indemnité prévue par les articles 31 et 32 est réglée par le tribunal compétent au double du revenu net qu'aurait produit le sol occupé.

Elle est payable d'avance au commencement de chaque année d'occupation. Le propriétaire peut requérir du tribunal l'acquisition des parcelles qui auront été occupées pendant plus d'une année ou qui, après des travaux, ne seront plus propres à l'usage auquel elles étaient employées.

L'indemnité d'acquisition est réglée par le tribunal compétent au double de la valeur de la propriété.

Art. 34. — L'exploitation des mines à Madagascar rentre dans la catégorie des actes civils, conformément aux lois métropolitaines et ne confère pas par elle-même la qualité de commerçants à ceux qui se livrent à cette exploitation.

TITRE VI.

SURVEILLANCE ADMINISTRATIVE.

Art. 35. — L'exploitation des mines est soumise au contrôle de l'administration au point de vue de la sécurité des ouvriers et de celle du public. En conséquence, l'exploitant prendra toutes les mesures de précaution qui lui seront prescrites par l'administration, notamment en ce qui concerne :

1° Les procédés d'abatage de la masse exploitée et des terres de recouvrement dans les exploitations à ciel ouvert ;

2° La consolidation des puits, galeries et autres excavations, la disposition et les dimensions des piliers dans les exploitations souterraines ;

3° L'emploi de la poudre et des autres explosifs.

Art. 36. — Tout exploitant de mine est tenu d'avoir à jour un plan complet de ses exploitations à l'échelle de 1/1000°.

TITRE VII.

PÉNALITÉS.

Art. 37. — Des amendes de 5 à 100 francs et des emprisonnements de un à huit jours peuvent être infligés pour infraction aux dispositions du présent décret.

Art. 38. — Sont punis d'une amende de 100 à 1.000 francs et d'un emprisonnement de huit jours à trois mois :

Ceux qui déplacent ou falsifient les bornes définissant des terrains de recherches ;

Ceux qui font des fouilles dans les zones réservées aux articles 11 et 12 ;

Ceux qui se livrent à l'extraction illicite des substances concessibles ;

Les prospecteurs et concessionnaires qui ne tiennent pas leur livre d'extraction d'une façon régulière, ou qui refuseraient de le communiquer aux agents de l'administration des mines.

Art. 39. — Les contraventions aux prescriptions du présent

décret seront dénoncées comme les contraventions en matière de police.

Art. 40. — Les procès-verbaux contre les contrevenants seront dressés par les officiers de police judiciaire, ou affirmés entre leurs mains par les préposés de l'Administration des mines et les agents de la force publique dans le délai d'un mois.

Art. 41. — Le ministre des colonies est chargé de l'exécution du présent décret qui sera inséré au *Journal officiel* de la République française et au *Bulletin officiel* du ministère des colonies.

Fait à Paris, le 20 juillet 1897.

FÉLIX FAURE.

Par le Président de la République :

Le Ministre des colonies,

André LEBON.

Loi du 21 juillet 1897, relative aux contributions directes et aux taxes y assimilées de l'exercice 1898 (extrait concernant une modification de la loi du 17 juin 1840 sur l'exploitation du sel).

Art. 5. — L'article 17 de la loi du 17 juin 1840 (*) est remplacé par les dispositions suivantes :

« Les salins, salines, marais salants seront cotisés à la contribution foncière, savoir :

« Les bâtiments qui en dépendent, conformément à l'article 5 de la loi du 8 août 1890 (**);

« Les terrains et emplacements, proportionnellement aux autres propriétés non bâties.

(*) *Annales des Mines*, 1^{er} volume de 1840, p. 691.

(**) Loi du 8 août 1890, art. 5 :

§ 1^{er}. La contribution foncière des propriétés bâties sera, à partir de la même date (1^{er} janvier 1891), réglée en raison de la valeur locative de ces propriétés, telle qu'elle a été établie conformément à l'article 34 de la loi du 8 août 1885, sans déduction d'un quart pour les maisons et d'un tiers pour les usines, en considération du dépérissement et des frais d'entretien et de réparation.

§ 2. (*Disposition spéciale aux exploitations agricoles, fermes ou métairies.*)

Loi du 8 août 1885, art. 34 : A partir du 1^{er} janvier 1886, l'administration des contributions directes procédera au recensement de toutes les propriétés bâties avec évaluation de la valeur actuelle de chacune d'elles.

« La somme dont les salins, salines, marais salants auront été dégrevés sera reportée sur l'ensemble de chacun des départements où ces propriétés sont situées. »

Décret du Président de la République, du 21 juillet 1897, modifiant le décret du 18 octobre 1896, relatif à l'organisation de l'École nationale supérieure des mines.

Le Président de la République française,

Vu le décret du 18 octobre 1896 (*) portant organisation de l'école nationale supérieure des mines, et spécialement l'article 26 ainsi conçu :

« Art. 26. — Tout candidat à titre d'élève-externe doit être « Français ou naturalisé Français; il doit avoir dix-sept ans révo-
« lus, et moins de vingt et un ans au 1^{er} janvier de l'année dans
« laquelle il se présente au concours; la limite d'âge est reculée
« d'une, de deux ou de trois années, si le candidat a fait une,
« deux ou trois années de service militaire; »

Vu la délibération du conseil de l'école nationale supérieure des mines, en date du 5 juin 1897;

Sur le rapport du ministre des travaux publics;

Décète :

Art. 1^{er}. — Les dispositions de l'article 26 du décret susvisé du 18 octobre 1896, sont remplacées par les dispositions suivantes :

« Art. 26. — Tout candidat au titre d'élève-externe doit être
« Français ou naturalisé Français. Il doit avoir dix-sept ans révo-
« lus et moins de vingt et un ans au 1^{er} janvier de l'année dans
« laquelle il se présente au concours. »

Art. 2. — Les nouvelles dispositions de l'article 26 du décret du 18 octobre 1896 ne seront pas applicables avant le concours de l'année 1898.

Art. 3. — Le ministre des travaux publics est chargé de l'exécution du présent décret.

Fait à Paris, le 21 juillet 1897.

FÉLIX FAURE.

Par le Président de la République :

Le Ministre des travaux publics,

TURREL.

(*) Volume de 1896, p. 540.

*Arrêté ministériel, du 26 juillet 1897, réglementant l'usage
du véloipède dans les services des travaux publics.*

Le ministre des travaux publics,

Sur la proposition du directeur du personnel et de la comptabilité,

Arrête :

Art. 1^{er}. — Les ingénieurs, conducteurs et commis des ponts et chaussées, les ingénieurs et contrôleurs des mines, les gardes de navigation et gardes-pêche, les chefs cantonniers et cantonniers sont autorisés à faire usage du véloipède pour les besoins du service.

Art. 2. — Un état des fonctionnaires et agents faisant usage du véloipède sera remis par l'ingénieur en chef de chaque service au directeur des contributions directes du département dans lequel résident ces fonctionnaires et agents en vue de l'exemption de la taxe sur ces véhicules, conformément aux dispositions du paragraphe 2 de l'article 10 de la loi du 28 avril 1893.

Art. 3. — Sur la proposition de l'ingénieur en chef du service, une indemnité annuelle de 75 francs pourra être allouée par le ministre des travaux publics aux conducteurs, contrôleurs des mines et commis des ponts et chaussées faisant usage du véloipède.

Cette indemnité sera précomptée, pour les conducteurs et commis, sur les maxima des frais de déplacements prévus par le paragraphe E de la circulaire du 25 juillet 1881, et pour les contrôleurs des mines sur les sommes affectées aux tournées dans chaque arrondissement minéralogique.

Art. 4. — L'usage du véloipède sera réglé, dans chaque service, par l'ingénieur en chef qui indiquera notamment la nature des tournées susceptibles d'être effectuées avec ce véhicule.

Art. 5. — Les indemnités allouées aux conducteurs, contrôleurs et commis pour l'usage du véloipède seront prélevées sur les mêmes fonds que les frais de déplacements.

Paris, le 26 juillet 1897.

TURREL.

*Décret, du 28 juillet 1897, relatif à la retenue supportée
par les fonctionnaires ou employés sur leurs rétributions.*

Le Président de la République française,

Sur le rapport du ministre des finances,

Vu les articles 3, 4 et 35 de la loi du 9 juin 1853 (*);

Vu l'article 28 de la loi de finances du 29 mars 1897 (**);

Vu le décret portant règlement d'administration publique du 9 novembre 1853 (***);

Le conseil d'État entendu,

Décète :

Art. 1^{er}. — La retenue du douzième, que les fonctionnaires et employés doivent supporter sur leurs rétributions, conformément aux articles 3 et 4 de la loi du 9 juin 1853, lors de la première nomination ou en cas de réintégration, est exercée par quart sur les quatre premières allocations qui sont acquises pour un mois entier au fonctionnaire ou à l'employé.

Les fonctionnaires et employés rétribués au moyen de salaires ou de remises variables ont la faculté de verser la retenue du douzième par quart et mensuellement dans le cours des quatre mois qui suivent leur installation.

Ceux qui sont rétribués par trimestre subissent la retenue du quart des allocations mensuelles comprises intégralement dans la première allocation qui leur est faite. Le complément de la retenue est prélevé sur les allocations suivantes.

Art. 2. — En cas de décès, de démission ou de révocation survenu avant que la retenue du douzième ait été totalement versée, la partie non recouvrée de cette retenue est prélevée, jusqu'à due concurrence, sur les rétributions restant dues au fonctionnaire ou à l'employé.

Dans le cas où le fonctionnaire démissionnaire ou révoqué est réintégré dans ses fonctions ou dans des fonctions différentes, avant d'avoir versé l'intégralité de la retenue du premier douzième, il a à subir en une fois, sur sa première allocation mensuelle, la retenue de ce qui resterait dû sur le douzième exigible au moment de sa première nomination.

Le fonctionnaire ou l'employé ayant cessé temporairement ses fonctions pour accomplir son service militaire ou pour cause de maladie, puis rappelé à l'activité avant que la retenue du douzième ait été totalement versée, continue à subir cette retenue par quart jusqu'à complet acquittement.

Art. 3. — Les fractions de retenue de douzième prélevées conformément à l'article 28 de la loi du 29 mars 1897 sont rattachées

(*) Volume de 1853, p. 146.

(**) Voir *suprà*, p. 90.

(***) Volume de 1853, p. 366.

au même exercice que les rétributions sur lesquelles elles portent; les ordonnances et mandats émis par les ordonnateurs doivent indiquer l'ordre des prélèvements par 1^{er}, 2^e, 3^e quart, 4^e et dernier quart, et rappeler le numéro du dernier mandat sur lequel le précédent prélèvement a été fait.

Les versements opérés au même titre par les fonctionnaires ou employés rétribués au moyen de remises variables sont rattachés à l'exercice de l'année pendant laquelle le fonctionnaire a été installé. Il en est de même des versements opérés par les fonctionnaires et employés rétribués sur d'autres fonds que ceux de l'État et admis au bénéfice de la loi du 9 juin 1833.

Toutefois, si l'exercice de l'année d'installation est clos au moment du versement, la retenue est rattachée à l'exercice courant.

Art. 4. — Le ministre des finances est chargé de l'exécution du présent décret, qui sera publié au *Journal officiel* et inséré au *Bulletin des lois*.

Fait au Havre, le 28 juillet 1897.

FÉLIX FAURE.

Par le Président de la République :

Le Ministre des finances,

Georges COCHERY.

Décret du Président de la République, du 29 juillet 1897, complétant la nomenclature des industries admises à bénéficier des tolérances prévues par la loi du 2 novembre 1892 sur le travail des enfants, des filles mineures et des femmes dans les établissements industriels.

Le Président de la République française,
Sur le rapport du ministre du commerce, de l'industrie, des postes et des télégraphes.

Vu les articles 4, 5, 6 et 7 de la loi du 2 novembre 1892 (*), sur le travail des enfants, des filles mineures et des femmes dans les établissements industriels;

Vu les décrets des 15 juillet 1893 et 26 juillet 1895 (**);

Vu l'avis du comité consultatif des arts et manufactures;

Vu l'avis de la commission supérieure instituée par l'article 22 de la loi précitée;

(*) Volume de 1892, p. 329.

(**) Volume de 1893, p. 407; de 1895, p. 338.

Le conseil d'État entendu,
Décrète :

Art. 1^{er}. — Est complétée comme suit la nomenclature des industries énumérées aux articles 1, 3 et 5 du décret du 15 juillet 1893, modifié par le décret du 26 juillet 1895, et admises à bénéficier des tolérances prévues par la loi du 2 novembre 1892 en ce qui concerne le travail de nuit, le repos hebdomadaire et la durée du travail, savoir :

Art. 1^{er}. — Chapeaux (fabrication et confection de) en toutes matières pour hommes et pour femmes.

Art. 3. — Colles et gélatine (fabrication de). Durée de la tolérance, 60 jours.

Art. 5. — Appareils orthopédiques (fabrication d'). Chapeaux (fabrication et confection de) en toutes matières pour hommes et pour femmes. Colles et gélatine (fabrication de). Chaussures (fabrication de). Parfumerie (fabrication de). Bonneterie fine (fabrication de).

Art. 2. — Le ministre du commerce, de l'industrie, des postes et des télégraphes est chargé de l'exécution du présent décret qui sera inséré au *Bulletin des lois* et au *Journal officiel de la République française*.

Fait au Havre, le 29 juillet 1897.

FÉLIX FAURE.

Par le Président de la République :

Le Ministre du commerce, de l'industrie,
des postes et des télégraphes,
Henry BOUCHER.

CIRCULAIRES ET INSTRUCTIONS

ADRESSÉES

AUX PRÉFETS, AUX INGÉNIEURS DES MINES, ETC.



USAGE DU VÉLOCIPÈDE DANS LES SERVICES DES TRAVAUX PUBLICS.

A M. le Préfet du département d

Paris, le 26 juillet 1897.

Monsieur le Préfet, l'attention de mon administration s'est portée sur le développement pris, depuis quelques années, par la vélocipédie et sur les services que l'emploi de ce mode de locomotion pouvait être appelé à rendre, dans certaines circonstances, au personnel du ministère des travaux publics.

D'autre part, depuis la promulgation de la loi de finances du 28 avril 1893 qui a établi la taxe vélocipédique, j'ai été saisi de nombreuses demandes de fonctionnaires et employés des ponts et chaussées et des mines à l'effet d'obtenir le bénéfice de l'exemption de taxe instituée par l'article 10, § 2, de ladite loi.

L'étude à laquelle j'ai fait procéder permet de conclure que, de l'avis de la presque unanimité des chefs de service, l'usage du vélocipède, pratiqué déjà par plus de 1.100 agents, mérite d'être encouragé. Elle fait ressortir que, si l'emploi de cet instrument présente une utilité restreinte dans les services maritimes et les services de chemins de fer, où cependant il existe d'assez nombreux cas d'application, il est appelé à procurer de réels et sérieux avantages dans le service des routes. Il peut amener une économie de temps et d'efforts, une réduction de frais de déplacements, une meilleure utilisation des agents et peut-être même, dans un certain délai, une réduction des cadres du personnel.

J'ai fait préparer, en conséquence, un arrêté dont vous trouverez ci-joint un exemplaire (*) et qui réglemente l'usage du véloci-

(*) Voir *suprà*, p. 356.

pède dans les services dépendant du ministère des travaux publics.

D'après cet arrêté, le personnel est divisé en trois catégories.

La première comprend les fonctionnaires et agents pour qui l'usage du vélocipède n'a qu'un intérêt purement personnel et qui, par suite, ne bénéficient, s'ils sont possesseurs d'une machine, ni d'une indemnité spéciale, ni d'une exemption de taxe. Ce sont, par exemple, les employés de l'Administration centrale, les commissaires de surveillance administrative, les commis des mines, les maîtres de port, les éclusiers, pontiers, etc.

Dans la seconde catégorie rentrent les fonctionnaires et agents qui ne font pas un usage permanent du vélocipède dans l'intérêt et pour les besoins du service, mais qui sont appelés néanmoins à l'utiliser dans un nombre de cas assez fréquents pour leurs tournées réglementaires. Ce sont les ingénieurs des ponts et chaussées et des mines, les gardes de navigation et gardes-pêche, les chefs-cantonniers et les cantonniers. Il m'a semblé pour eux, vu la moindre importance des services que la possession d'un vélocipède leur permet de rendre à l'Administration, qu'il suffisait de les mettre en mesure de réclamer l'exemption de la taxe légale.

Enfin la troisième catégorie est composée des conducteurs et commis des ponts et chaussées et des contrôleurs des mines faisant pour leurs tournées un usage continu de la bicyclette, dans tous les cas où cet usage est possible et justifié par les besoins du service, et à qui, en plus de l'exemption de l'impôt, j'ai cru devoir accorder une indemnité fixe et annuelle de 75 francs, représentant les frais d'amortissement et d'entretien d'une machine.

La possession d'une bicyclette devant amener une réduction des frais de tournées et de repas, cette indemnité sera précomptée sur les maxima annuels des frais de déplacements.

Il m'a semblé, d'autre part, qu'il y avait lieu de ne pas abandonner l'usage du vélocipède à la seule initiative des agents guidés par des motifs de convenance personnelle. La nature des terrains qu'ils ont à parcourir dans leurs déplacements, les conditions climatiques, l'obligation de maintenir certaines tournées à pied dans les services d'entretien et diverses autres raisons qui tiennent à des circonstances locales et que seul doit apprécier le chef de service, entraînent comme conséquence la nécessité de remettre à ce dernier le soin de régler le mode d'emploi du vélocipède; l'article 4 de l'arrêté est conçu dans ce sens.

Chaque année, au mois de novembre, les chefs de service adres-

seront au directeur des contributions directes une liste des fonctionnaires et agents qui peuvent, en conformité du règlement, avoir droit à l'exemption de la taxe.

En même temps ils me feront parvenir directement une liste des conducteurs et commis des ponts et chaussées et des contrôleurs des mines qui, dans le cours de l'année, auront d'une façon continue fait usage du véloceipède dans leurs tournées de service, en vue de l'allocation de l'indemnité de 75 francs, prévue par le règlement.

J'adresse un exemplaire de la présente circulaire à MM. les Ingénieurs en chef.

Recevez, etc.

Le Ministre des travaux publics,

Pour le Ministre et par autorisation :

Le Directeur du personnel et de la comptabilité,

P. RABEL.

JURISPRUDENCE.

MINES. — DOMMAGES CAUSÉS AU RÉGIME D'UN COURS D'EAU PAR L'EXPLOITATION SOUTERRAINE. — (Affaire ARONIO DE REMBLAY contre C^{ie} DES MINES DE LIÉVIN.)

I. — *Jugement rendu, le 4 juin 1896, par le tribunal civil de Béthune.*

Attendu que, par jugement du 14 mars 1895, enregistré, le tribunal a commis MM. D..., C... et B..., experts, à l'effet de rechercher les causes des dégradations subies par l'immeuble appartenant à Aronio de Remblay et d'évaluer l'étendue du préjudice qui en résulte; que les experts commis ont déposé leur rapport le 9 janvier 1896; que ce rapport est régulier en la forme, mais soulève, quant au fond, diverses contestations qu'il y a lieu d'examiner;

En ce qui concerne :

1^o Les travaux de réparation à effectuer,

Attendu que les experts fixent à un minimum de 6.000 francs le chiffre des travaux à faire dans l'habitation et sur le mur de clôture, en déclarant tenir compte dans cette évaluation de la moins-value de la muraille imputable aux travaux de voirie exécutés par la ville de Liévin et à la négligence d'entretien; qu'il y a lieu de décider qu'il ne sera point nécessairement procédé à cette dépense de 6.000 francs, mais que les travaux de réparation énumérés audit rapport seront poursuivis sous la direction de D..., expert, et que les frais en seront payés par la C^{ie} de Liévin, sur mémoire dudit expert, sans qu'ils puissent toutefois excéder 6.000 francs;

2^o La privation et la gêne de jouissance antérieures au procès actuel,

Attendu qu'il résulte du rapport des experts que le demandeur a été suffisamment indemnisé à raison du mode de réparations adopté; qu'il a d'ailleurs renoncé à faire valoir ses droits de ce chef; que sa prétention sur ce point doit être rejetée;

3^o Sur la privation de jouissance résultant des agissements de la C^{ie} de Liévin, postérieurs aux dernières réparations et la gêne de jouissance devant résulter pour le demandeur des travaux à effectuer dans son immeuble,

Attendu que les experts évaluent cette indemnité à 500 francs, qu'il y a lieu de la diviser en deux parties, la somme représentative de la gêne de jouissance ne devant être exigible et les intérêts en courir que du jour où les travaux devront être commencés; qu'en fixant chacune des deux sommes à 250 francs, le Tribunal fait une juste réparation du préjudice causé ;

4^o La dépréciation de l'immeuble,

Attendu qu'il résulte du rapport d'expertise que la valeur vénale du château, des dépendances et clôtures, de la ferme et de la maison du jardinier, a subi du fait des travaux souterrains une diminution de 7,50 p. 100 se traduisant par un chiffre total de 6.750 francs, qu'il n'y avait lieu, comme le soutient la compagnie défenderesse, de faire état, à titre de moins-value à déduire, des réparations déjà effectuées par elle, puisque ces réparations, de l'aveu des parties, répondaient aux dégradations antérieures alors constatées ; que, de plus, l'évaluation totale faite par les experts se justifie, non seulement par la valeur vénale absolue et actuelle du château, mais encore par l'intérêt relatif de convenance personnelle au demandeur ;

Qu'ainsi il est juste de maintenir sur ce point la somme fixée ;

5^o La dépréciation du parc causée par la rectification du cours de la rivière,

Attendu que ces travaux ont été entrepris par la compagnie en exécution d'une convention précise qui limitait réellement les droits des parties ; qu'il est constant que la compagnie a opéré la transformation prévue suivant une méthode plutôt avantageuse pour Aronio ; que celui-ci est mal fondé à réclamer une compensation à l'exercice d'un droit ; que le rapport doit donc être confirmé sur ce point ;

6^o Sur la suppression des jets et l'épuisement partiel des bassins,

Attendu que vainement la compagnie soutient que Aronio n'avait pas le droit de pratiquer dans la Souchez des saignées destinées à l'alimentation de ses pièces d'eau ; que ladite société est non recevable à opposer une pareille exception, puisqu'elle n'est ni riveraine, dans le sens des articles 644 et 645 du code civil, ni chargée d'assurer l'exécution des règlements, qu'au surplus la

dite compagnie ne rapporte la preuve de l'existence d'aucun règlement formulant une pareille interdiction ;

Que le demandeur ou ses auteurs, utilisant ces eaux depuis plus de quatre-vingts ans, sans opposition de la part de l'administration, ont d'ailleurs le droit d'invoquer cet usage comme un véritable règlement ;

Que, sans s'arrêter aux travaux d'adduction à raison de ce qu'ils ne sont pas apparents dans le sens juridique, il y a lieu de déclarer qu'Aronio avait le droit de jouir des eaux même pour son agrément ; qu'aucune réglementation n'ayant été demandée à cet effet par les riverains au pouvoir judiciaire, Aronio n'était pas davantage tenu de restituer le volume d'eau détourné, l'usage fait par lui de la chose commune correspondant d'après les indications du plan d'expertise au minimum de droits accordés par les articles 644 et 645 du code civil au propriétaire de l'immeuble traversé ; que les évaluations du dommage faites par les experts relativement à la suppression des jets et à l'assèchement partiel des bassins étant exactes, il y a lieu de confirmer leur appréciation ;

7° La dépréciation du moulin,

Attendu que les experts ont exactement déterminé le revenu du moulin en le fixant à la somme annuelle de 1.000 francs ; que ce chiffre a d'ailleurs été implicitement admis par la compagnie défenderesse lors de l'accord intervenu avec le fermier ; mais attendu que les experts ont à tort fixé la valeur vénale du moulin à 10.500 francs, qu'en tenant compte en effet de toutes considérations relatives à l'amortissement, à la vétusté, à l'incertitude du revenu de ce bâtiment et à la transformation nécessaire à sa remise en mouvement, on peut justement évaluer le revenu net aux deux tiers du revenu brut ; que ce revenu net peut lui-même être capitalisé en taux de 4 p. 100 ; que le capital ainsi déterminé fait ressortir la valeur vénale actuelle du moulin à 16.600 francs ; que, ce chiffre devant être diminué de moitié à raison de la valeur subsistante, il y a lieu d'augmenter la somme indiquée par les experts et de la porter à 8.300 francs ;

8° Sur la suppression de la chute considérée comme agrément du parc,

Attendu que l'indemnité de 8.300 francs comprend la somme nécessaire à la réfection de la chute ; qu'ainsi il est loisible au demandeur de rétablir avec l'utilité industrielle l'agrément disparu ; que l'effet du déversoir sera, il est vrai, diminué d'intensité, mais qu'il n'apparaît pas que la réduction du volume d'eau puisse

constituer à l'égale de sa disparition et au point de vue de l'agrément à retirer de son aspect une source d'indemnité ;

9° Sur les intérêts,

Attendu qu'Aronio réclame à bon droit les intérêts de la somme payée aux experts à dater du jour du versement ; qu'en ce qui concerne les intérêts des sommes allouées il y a lieu d'en reporter le cours au jour de l'ajournement, à l'exception de ceux produits par la somme représentative de la gêne de jouissance.

Par ces motifs le tribunal dit que la C^{ie} de Liévin sera tenue d'effectuer les travaux de réparation indiqués dans le rapport d'expertise sous la direction de D..., architecte, dans le délai de trois mois à partir de la signification du présent jugement ; que le coût desdits travaux sera payé sur mémoire rédigé à cette fin par l'expert commis, sans qu'il puisse être supérieur à 6.000 francs ;

Condamne la C^{ie} de Liévin à payer à Aronio deux sommes de 250 francs pour privation et gêne de jouissance, une somme de 6.750 francs pour dépréciation des châteaux, dépendances, clôtures, ferme contiguë au moulin et maison du jardinier ; une somme de 7.000 francs pour suppression des jets d'eau et baisse du niveau dans les deux bassins et une somme de 8.300 francs pour dépréciation du moulin ;

Condamne la C^{ie} de Liévin aux intérêts judiciaires ; la condamne à payer à Aronio les intérêts de la somme avancée aux experts du jour où cette somme a été avancée ; dit que les intérêts de la somme de 250 francs, attribuée au demandeur pour gêne de jouissance, ne seront exigibles comme la somme elle-même qu'à partir du jour où les travaux devront commencer ; déboute le demandeur de toutes autres demandes ;

Entérine le rapport des experts en ce qu'il n'a rien de contraire au présent jugement ; condamne la C^{ie} de Liévin, en tous les dépens, au besoin à titre de dommages-intérêts.

II. — Arrêt rendu, le 26 décembre 1896, par la cour d'appel de Douai.

(EXTRAIT.)

Attendu que les experts ont exactement indiqué, dans leur rapport, les réparations à effectuer aux constructions de l'intimé. et incombant à la C^{ie} des mines de Liévin, par suite des

affaissements qui lui sont imputables ; qu'il y a donc lieu de condamner celle-ci à y faire procéder sous la surveillance de l'un des experts ;

Attendu qu'il n'est pas possible d'évaluer d'une manière certaine *à priori* quel sera le coût exact de ces réparations, à raison de l'imprévu inhérent à ces sortes de travaux ; qu'il n'y a donc lieu de fixer à l'avance la somme à laquelle elles s'élèveront ;

I. — En ce qui concerne le mur de clôture :

Attendu que les experts ont constaté que les fissures et cassures qu'il présente doivent être imputées au mouvement du sol et à l'affaissement produit par les mines de Liévin ; que, s'il y avait à effectuer aussi à ce mur quelques réparations dues à un défaut d'entretien, il résulte également de leur rapport qu'elles sont de minime importance et qu'il en a été largement tenu compte par eux et par le tribunal, au profit de la compagnie, dans l'évaluation de l'indemnité de dépréciation ;

Attendu, toutefois, que les experts ont également constaté que les travaux de rectification de la rue effectués par la ville de Liévin ont très sensiblement abaissé le niveau de la chaussée, sur une certaine longueur, en déchaussant une partie de ce mur et mettant à découvert, par endroits, les fondations ;

Attendu que la compagnie appelante n'entend être chargée des travaux qu'il pourrait y avoir lieu à effectuer à ce mur dans la partie ainsi déchaussée, pour en rehausser ou pour en refaire le pied, s'il y a lieu, que pour le compte de l'intimé et moyennant son recours contre lui ; qu'il y a lieu de faire droit à sa demande sur ce point ;

II. — Sur l'indemnité due pour dépréciation de l'immeuble :

Adoptant les motifs des premiers juges ;

III. — Sur l'indemnité allouée pour la suppression du jet d'eau et épuisement partiel des bassins :

Attendu que l'intimé dont la propriété est traversée par une eau courante, non navigable ni flottable, n'a fait qu'user des droits qui lui sont concédés par les articles 644 et 645 du Code civil ;

Attendu qu'il était en jouissance paisible et publique des eaux, à l'aide des prises d'eau constatées par les experts, depuis quatre-vingts ans, sans avoir jamais suscité de réclamation de la part d'aucun riverain ;

Attendu que c'est ce droit ainsi exercé que la compagnie a presque intégralement supprimé, par les affaissements qui proviennent de son fait ;

Attendu que, si l'arrêté préfectoral du 9 novembre 1878 porte

que toute prise d'eau sur les rivières non navigables ni flottables doit, dorénavant, être autorisée par le préfet, cette réglementation, conférée exclusivement dans l'intérêt de la police des cours d'eau, ne fait nullement échec au droit à la jouissance des eaux, garanti par le Code civil, aux divers riverains, et dont ils ne pourraient être arbitrairement dépouillés;

Attendu que la prise d'eau de l'intimé, antérieure de beaucoup à cet arrêté, s'exerçait sans retenue d'eau spéciale, sans barrage et sans surélévation quelconque du niveau des eaux; que, d'autre part, elle ne portait aucun préjudice aux droits des riverains inférieurs;

Que, dans ces conditions, si les affaissements du sol n'eussent rendu cette mesure sans intérêt, désormais, pour l'intimé, celui-ci eût facilement pu faire régler par l'administration, conformément au décret du 13 avril 1861, l'exercice de son droit au point de vue de la police des eaux;

Attendu que ce n'eût point été, pour lui, la reconnaissance — encore moins la concession — d'un droit qu'il tient de la loi et qu'il possède déjà vis-à-vis tous autres riverains;

Attendu qu'à plus forte raison la C^{ie} de Liévin, simple concessionnaire du sous-sol des mines, ne pouvait porter atteinte à ce droit de l'intimé;

Adoptant, au surplus, les motifs des premiers juges, en ce qu'ils n'ont rien de contraire à ceux ci-dessus;

IV. — Sur l'indemnité allouée pour dépréciation de la chute d'eau et du moulin :

Attendu que les experts ont apprécié que, par l'effet de la diminution actuelle de la chute d'eau, conséquence des affaissements imputables aux travaux de la compagnie, le moulin était déprécié de la moitié de sa valeur;

Attendu que, pour fixer cette valeur, le tribunal s'est servi d'un taux trop bas de capitalisation du revenu, s'agissant d'un moulin ancien; qu'en égard à la nature de l'immeuble, ce taux doit être notablement plus élevé, afin de tenir compte de l'incertitude du revenu des diminutions de loyer possibles, des grosses réparations à effectuer et de l'amortissement à prévoir;

Attendu qu'en tenant compte de ces diverses considérations et de celles qui sont indiquées dans le rapport, comme aussi de la situation favorable de ce moulin, il y a lieu d'en fixer la valeur à 12.000 francs; qu'il échet, en conséquence, de réduire à la moitié de cette somme, soit à six mille francs, l'indemnité qui a été allouée de ce chef par le tribunal;

Attendu que, moyennant le paiement de cette indemnité, avec intérêts judiciaires, il n'y a lieu de condamner en outre la compagnie à indemniser l'intimé de la diminution de la valeur locative de son moulin;

V. — Sur l'indemnité réclamée par l'intimé pour la suppression de la chute d'eau et du moulin, en tant qu'elle diminuerait l'agrément du parc et en amoindrirait la valeur;

Attendu que les experts ont, avec raison, estimé que leur mission n'avait trait qu'à l'évaluation du dommage éprouvé par le demandeur du fait des affaissements, et non à celle du préjudice qui résultera, pour l'intimé, de la suppression définitive de la chute, par l'effet d'une expropriation prochaine;

Attendu que, si le moulin a cessé de fonctionner depuis 1889, c'est en vertu d'un contrat passé entre l'intimé et la compagnie, aux termes duquel celle-ci lui payait chaque année une somme de 1.350 francs pour location de la ferme et du moulin, afin d'éviter des inondations et de laisser précisément le moulin dans l'inaction;

Attendu qu'il ne peut être alloué à l'intimé une somme supérieure à celle qu'il a lui-même stipulée de la compagnie, en vue de l'arrêt de ce moulin;

Adoptant, en outre, les motifs des premiers juges sur ce point;

VI. — Adoptant les motifs du jugement sur les autres chefs qui ne sont plus, d'ailleurs, contestés;

Par ces motifs, la Cour :

1° Condamne la compagnie à effectuer, dans le délai de deux mois, à dater du 15 avril 1897, les travaux de réparations indiqués dans le rapport des experts, sous la direction de D..., architecte, qui surveillera les travaux et procédera à leur réception;

Dit n'y avoir lieu à limiter à l'avance l'importance des réparations qui incombent à la compagnie;

Dit toutefois que, pour la partie du mur de clôture déchaussée par l'abaissement du niveau de la rue, s'il échet d'en rehausser ou même d'en refaire le pied, à certains endroits, la compagnie ne devra procéder à ce travail que pour le compte de l'intimé, et à ses frais; dit que le montant du recours qu'elle pourrait avoir à exercer contre lui, de ce chef, sera fixé par l'expert commis;

2° Confirme le jugement en ce qu'il a fixé à 6.750 francs l'indemnité due pour la dépréciation des bâtiments;

Dit qu'il n'y a lieu d'en déduire les indemnités déjà réglées en 1887, qui s'appliquaient à des dégradations antérieures;

3° Dit l'intimé fondé à réclamer une indemnité pour la suppres-

sion presque complète de l'usage des eaux de la Souchez (qui traverse sa propriété) pour l'alimentation de ses pièces d'eau et jets d'eau ; dit qu'à bon droit elle a été fixée, par les premiers juges, à 7.000 francs ;

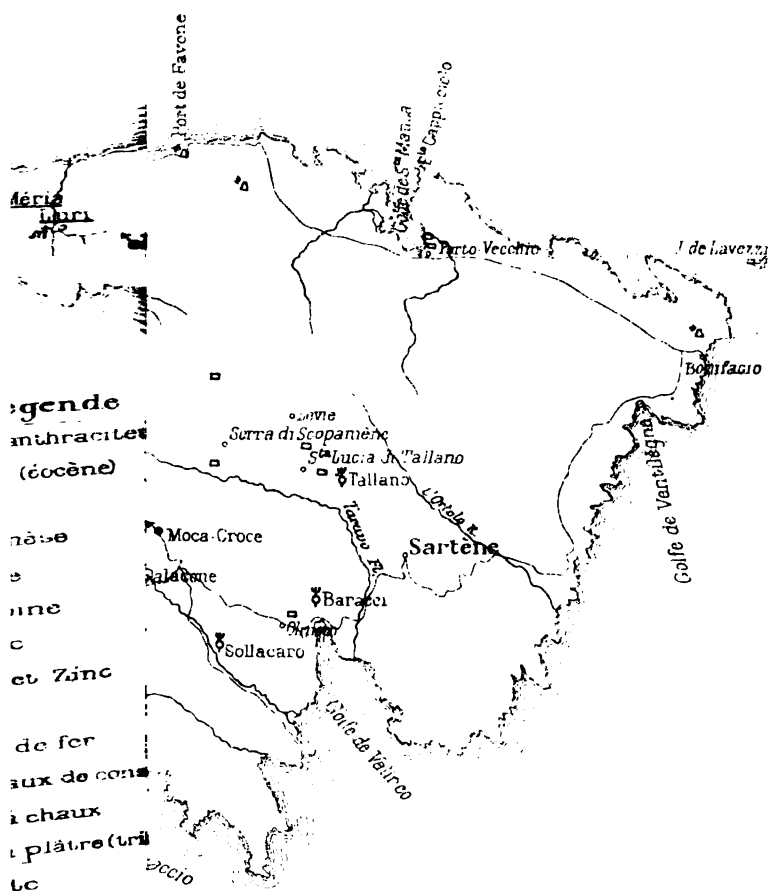
4° Réduit à 6.000 francs la somme allouée par les premiers juges pour la dépréciation de la chute d'eau et du moulin ;

5° Confirme le jugement en toutes ses autres dispositions ;

Dit qu'elles sortiront leur plein et entier effet ;

Réserve l'intimé à réclamer un complément d'indemnité pour la chute d'eau et le moulin, ainsi que de plus amples dommages, lorsque la suppression de cette chute d'eau sera devenue définitive ;

Condamne la C^{ie} des mines de Liévin aux dépens d'appel.



Legende
anthracites
(éocène)

naïve
ne
c
et Zinc

de fer
aux de cons
à chaux
plâtre (tri
lc

onatiées fer
nent génés
ses, sodiqu
onatiées sod
etosa, Pod
gissement

mines. 9°

Auto Imp. V. Courcier, 43, rue de Dunkerque, Paris.

RETRAITE.

Date d'exécution.

M. Moutard, Inspecteur Général de 1^{re} classe ... 28 juillet 1897

M. Moutard est d'ailleurs maintenu en fonctions par application de l'article 47 du décret du 9 novembre 1853.

DÉCISIONS DIVERSES.

Décisions du 5 juillet 1897. — **M. Bernheim**, Ingénieur ordinaire de 2^e classe à Paris, est chargé de l'intérim du 2^e arrondissement du service du contrôle de l'exploitation technique des chemins de fer de l'Ouest, jusqu'à la désignation du successeur de **M. l'Ingénieur Herscher**.

Arrêté du 19 juillet. — **M. Verlant**, Ingénieur ordinaire de 2^e classe, chargé du sous-arrondissement minéralogique d'Alais est chargé, à la résidence d'Arras, du sous-arrondissement minéralogique de Béthune, en remplacement de **M. Fèvre**, appelé à une autre destination.

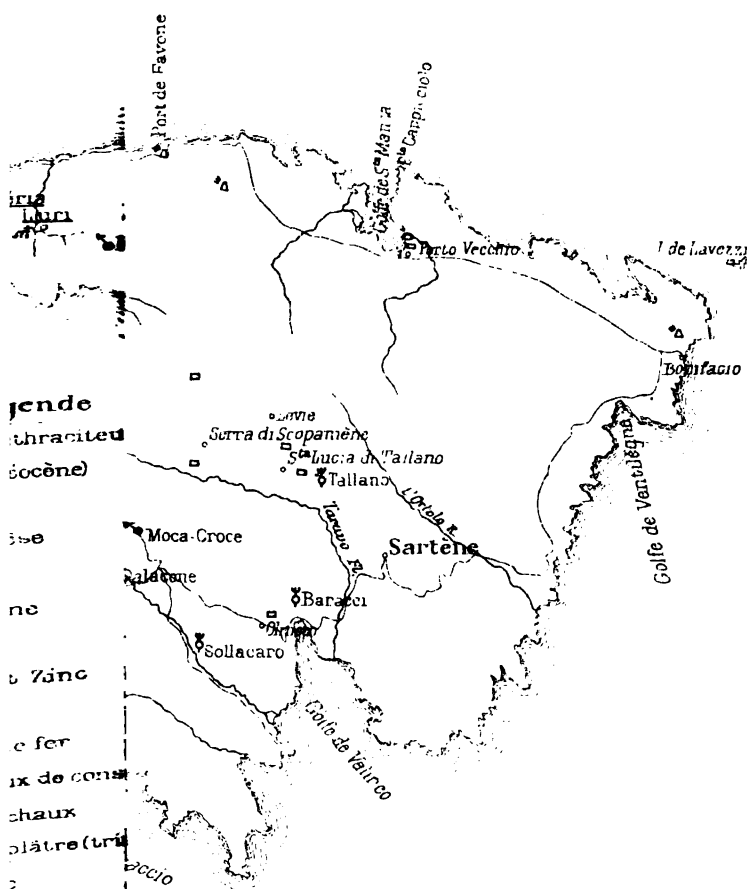
Arrêté du 19 juillet. — **M. Cuvelette**, Ingénieur ordinaire de 3^e classe à Clermont-Ferrand, est chargé du sous-arrondissement minéralogique d'Alais, en remplacement de **M. Verlant**.

Arrêté du 19 juillet. — **M. Jouguet**, ingénieur ordinaire de 3^e classe, chargé du sous-arrondissement minéralogique de Bordeaux-Nord et des 3^e et 6^e arrondissements des services du Contrôle de l'exploitation technique des chemins de fer de l'État d'Orléans, est chargé du sous-arrondissement minéralogique de Clermont-Ferrand et du 4^e arrondissement du service du Contrôle de l'exploitation technique des chemins de fer de Paris à Lyon et à la Méditerranée.

II. — Contrôleurs des Mines.

2 juillet 1897. — **M. Merle** (Antoine), Commis admissible au Concours de 1897, n^o 14, est nommé Contrôleur de 4^e classe et mis à la disposition du Ministre des Colonies, pour être employé à la Nouvelle-Calédonie.

Il est placé dans la situation de service détaché.



Jende
thracite
socône)

350
ne
t Zinc

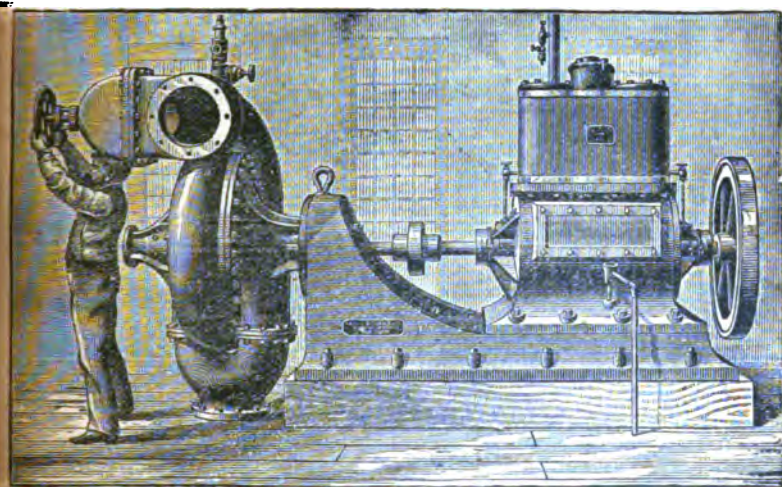
e fer
ix de cons
chaux
plâtre (tri
ccio

atées fer
nt génér
s. sodiqu
alces sod
osa, for
sements

Machine à vapeur

“ WESTINGHOUSE ”

**ÉCIALE POUR ÉCLAIRAGE ÉLECTRIQUE
POMPES ET VENTILATEURS**



Moteur accouplé directement à une pompe

PIERSON

54, faubourg Montmartre, 54

PARIS

MAGASIN D'EXPOSITION

47, rue Lafayette, 47 igitized by Google

COMPTOIR GÉOLOGIQUE ET MINÉRALOGIQUE

ALEXANDRE STUER

Fournisseur de l'État. — 40, rue des Mathurins. — PARIS

*Matières premières minérales, Minerais et Minéraux de tous pays pour les Arts,
les Sciences et l'Industrie.*COLLECTIONS SOIGNÉES DE MINÉRAUX ET FOSSILES POUR L'ENSEIGNEMENT ET FOURNITURE
POUR UNIVERSITÉS ET MUSÉES.Instruments spéciaux pour la récolte, la préparation,
le rangement et la conservation en collection des minéraux et des fossiles

USINE DU COQ FRANÇAIS

Manufacture générale de caoutchouc souple et durci à ROUBAIX (Nord)

ÉMILE DEGRAVE

TÉLÉGRAPHE :

Émile DEGRAVE, Roubaix.

INGÉNIEUR BREVETÉ S. G. D. G.)

TÉLÉPHONE

Spécialité de Caoutchouc pour l'Industrie

NOUVEAUX SEGMENTS FLEXIBLES ANTIFRICTION (Brevetés)

*Pour garnitures de Pistons, de Pompes et de Condensateurs combinés d'acier et de caoutchouc
(Composition antifricition). — Demander Tarifs*Librairie P. VICQ-DUNOD et C^{ie}, Éditeurs

49, QUAI DES GRANDS-AUGUSTINS, PARIS

VIENT DE PARAÎTRE :

ÉTUDE

SUR LES

CHEMINS DE FER FRANÇAIS

LEUR SITUATION VIS-A-VIS D'EUX-MÊMES, DU PUBLIC ET DE L'ÉTAT

PAR

BONNEAU

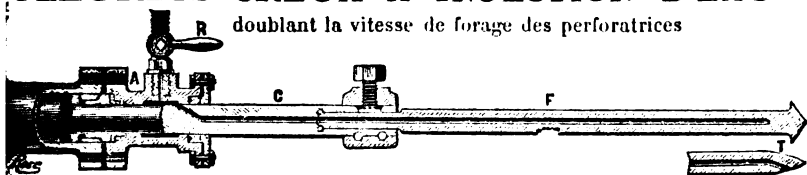
INGÉNIEUR EN CHEF DES PONTS ET CHAUSSEES

SOUS-CHEF DE L'EXPLOITATION DES CHEMINS DE FER P.-L.-M.

C. BORNET, Ingénieur, 10, rue Saint-Ferdinand, PARIS
PERFORATRICES ROTATIVES et à PERCUSSION
 mues à bras ou par l'eau, la vapeur et l'Electricité

FLEURETS CREUX A INJECTION D'EAU

doublant la vitesse de forage des perforatrices



APPLICATION AUX MINES, CARRIÈRES ET TRAVAUX PUBLICS
Prospectus et renseignements franco sur demande

A LOUER

COMPAGNIE FRANÇAISE

POUR L'EXPLOITATION DES PROCÉDÉS

THOMSON-HOUSTON

CAPITAL: 25.000.000 DE FRANCS

Transmission de l'Énergie à grande distance

PAR COURANTS TRIPHASÉS

TRANSFORMATEURS DE 1.000 A 65.000 WATTS

Convertisseurs de courant triphasé en courant continu

TRACTION ÉLECTRIQUE

EN EUROPE : Le Havre. — Lyon. — Rouen. — Bordeaux. — Rouba
 Tourcoing — Le Raincy. — Milan. — Varese. — Rome. — Porto
 Belles. — Belgrade. — Dublin. — Bristol. — Leeds. — Gotha. — Brème. — Hambourg. — Erfurt
 — Elbing. — Munich. — Elberfeld. — Wiesbaden

ÉCLAIRAGE A ARC

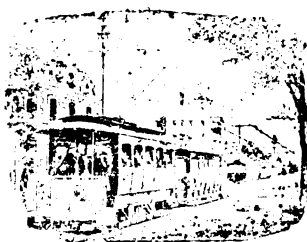
ET A INCANDESCENCE

INDUSTRIE MINIÈRE

PERFORATRICES à ROTATION et à PERCUSSION

HACHEUSES

Locomotives bases pour mines



, Rue de Londres, PARIS

En vente à la Librairie P. VICQ-DUNOD et C^{ie}, Éditeurs
49, Quai des Grands-Augustins, Paris

VIENT DE PARAÎTRE COURS D'EXPLOITATION DES MINES

PAR
HATON DE LA GOUPILLIÈRE

Inspecteur général des Mines,
Membre de l'Institut,
Directeur de l'Ecole nationale supérieure des mines, Président de la Commission du grisou.
Commandeur de la Légion d'honneur.

SECONDE ÉDITION
REVUE ET CONSIDÉRABLEMENT AUGMENTÉE

Avec la collaboration de **MAXIME PELLÉ**
Ingénieur au Corps des mines

Deux beaux volumes, 26 × 16 de XXII-904 et XXII-1069 pages, avec 924 figures. **70 fr.**

DIPLOME D'HONNEUR
ANVERS 1894

GRANDS PRIX
LYON 1894. — ATLANTA 1895

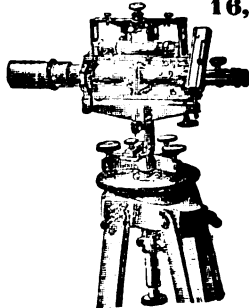
DIPLOME D'HONNEUR
AMSTERDAM 1895

A. BERTHÉLEMY

Constructeur, Breveté S. G. D. G. en France et à l'Étranger
16, RUE DAUPHINE, 16 — PARIS

PONTHUS & THERRODE (A.M.)

SUCCESSEURS



CATALOGUE
GÉNÉRAL



NOUVELLE
ÉDITION



**INSTRUMENTS DE MATHÉMATIQUES, OPTIQUE et
NIVELLEMENT, TOPOGRAPHIE**

FOURNISSEURS DES MINISTÈRES FRANÇAIS ET ÉTRANGERS, DE L'ÉCOLE

DU SERVICE DU NIVELLEMENT GÉNÉRAL DE LA FRANCE

DU SERVICE GÉOGRAPHIQUE DE L'ARMÉE, DE LA VILLE DE PARIS,

INVENTIONS — INSTRUMENTS POUR LES S.

APPAREILS ET CALIBRES DE PRÉCISION

Pour Essais des CHAUX ET CIMENTS

Adoptés par la Commission internationale des poids et mesures.

EXPLICATION DES PLANCHES.

SEPTEMBRE.

Pl. V. — Carte des gîtes minéraux de la Corse.

CONDITIONS DE L'ABONNEMENT AUX ANNALES DES MINES

Pour Paris	20 fr. par an
Pour les Départements	24 fr. —
Pour l'Etranger.	28 fr. —

Les ANNALES DES MINES paraissent tous les mois.

N. B. — On peut se procurer aux mêmes prix chacune des années parues depuis 1862 inclusivement.

ON TROUVE A LA MÊME LIBRAIRIE

LE PRATICIEN UNIVERSEL .

DIRECTEUR : E. BOURDONNAY, ingénieur civil, O, A. et M., Châlons.
SECRÉTAIRE : J. LOUBAT, ancien élève de l'Ecole Nationale des Arts
et Métiers d'Aix.

Journal bi-mensuel rédigé par demandes et par réponses
contenant des informations techniques et des communications diverses au
point de vue de l'Industrie, des Travaux publics, des Mines, etc.

Un an, 10 fr. — Six mois, 6 fr. — Trois mois, 3 fr. 50.

Un numéro spécimen est envoyé gratuitement sur demande affranchie.

REVUE GÉNÉRALE DES CHEMINS DE FER

MÉMOIRES ET DOCUMENTS CONCERNANT L'ÉTABLISSEMENT, LA CONSTRUCTION
ET L'EXPLOITATION TECHNIQUE ET COMMERCIALE DES VOIES FERRÉES

Abonnement pour Paris et la France. 25 fr. par an.
— pour l'étranger 28 fr. —

BIBLIOTHÈQUE DU CONDUCTEUR DE TRAVAUX PUBLICS

ENSEMBLE DES CONNAISSANCES INDISPENSABLES AUX CONDUCTEURS
DES PONTS ET CHAUSSEES ET CONDUCTEURS MUNICIPAUX, CONTRÔLEURS DES MINES,
AGENTS VOYERS, CHEFS DE SECTION, ARCHITECTES VOYERS,
ENTREPRENEURS, CONDUCTEURS DE TRAVAUX, INSPECTEURS, VÉRIFICATEURS, ETC.,

publiée sous les auspices de

M. le Ministre des Travaux Publics

VOLUMES PARUS :

Mathématiques	8 fr. 50	Procédure civile	8 fr.
Physique et Chimie	8 50	Charpente et couverture	10 "
Bois et Métaux	8 "	Agriculture	9 "
Droit civil	8 "	Locomotive et matériel roulant	12 "
Machines hydrauliques	10 "	Photographie	9 "
Hygiène	7 50	Architecture	15 "
Mécanique, Hydraulique, Ther-		Droit administratif	9 "
modynamique	9 "	Législation et Contrôle des appa-	
Voie publique	12 "	reils à vapeur	8 "
Hydraulique agricole	12 "	Génie	12 "
Organisation des services	8 "	Construction et Voie	12 50

D'autres parties sont en préparation et paraîtront de mois en mois sous forme de volumes portatifs de 350 pages environ, format in-16, élégamment reliés.

TOURS. — IMPRIMERIE DESLIS FRÈRES.

Les Éditeurs-Gérants : P. VICQ-DUNOD et C^{ie}

ANNALES DES MINES

OU

RECUEIL

DE MÉMOIRES SUR L'EXPLOITATION DES MINES

ET SUR LES SCIENCES ET LES ARTS QUI S'Y RATTACHENT

PUBLIÉES

SOUS L'AUTORISATION DU MINISTRE DES TRAVAUX PUBLICS.

NEUVIÈME SÉRIE.

TOME XII.

10^e LIVRAISON DE 1897.

PARIS

P. VICQ-DUNOD ET C^{ie}, ÉDITEURS

LIBRAIRES DES CORPS NATIONAUX DES PONTS ET CHAUSSEES, DES MINES
ET DES TÉLÉGRAPHES

Quai des Grands-Augustins, 49

1897

TABLE DES MATIÈRES.

OCTOBRE.

PARTIE SCIENTIFIQUE ET TECHNIQUE.

	Pages
Commission du grisou. — Sur la lampe de sûreté à rallumeur système Laune.	
I. — Rapport présenté à la Commission, par <i>M. G. Chesneau</i>	353
II. — Avis de la Commission du grisou	359
Étude sur les enclenchements entre leviers servant à la manœuvre des signaux, aiguilles, etc., des chemins de fer, par feu <i>M. Massieu</i> ; revue et publiée, par <i>M. Louis Étienne</i>	360

BULLETIN.

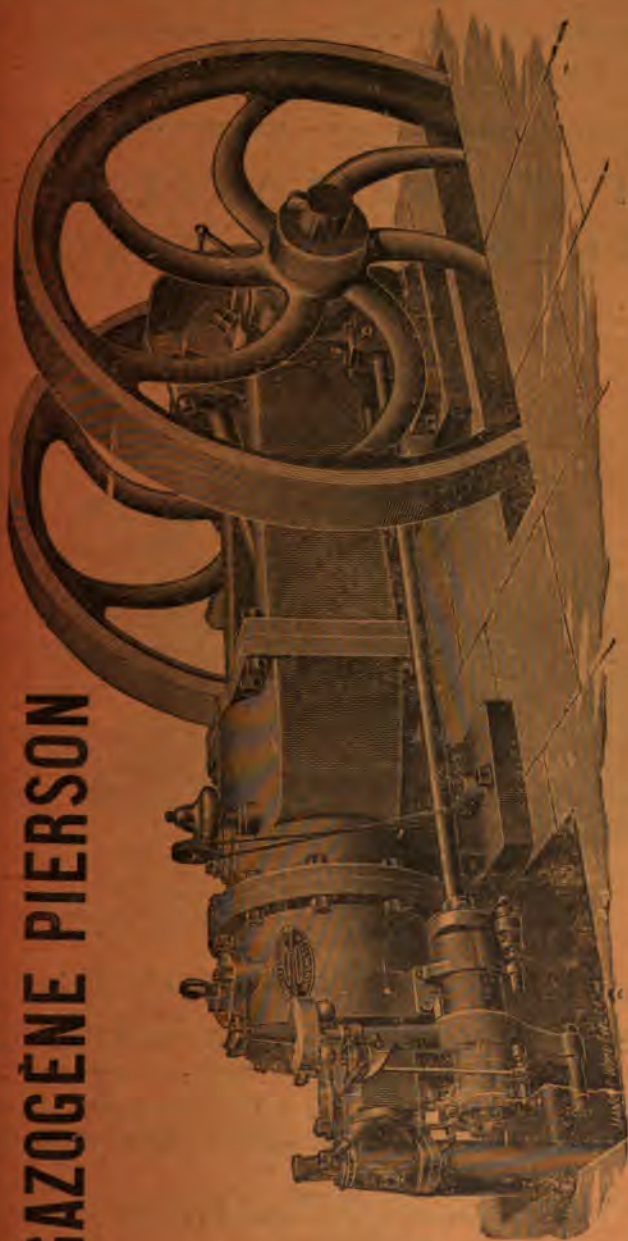
Statistique de l'industrie minière du Canada en 1896.....	450
Les gîtes d'or de la Klondike River.....	451
Législation étrangère. — Colonie Allemande de l'Afrique Orientale	455

PARTIE ADMINISTRATIVE.

AOÛT.

Lois, décrets et arrêtés concernant les mines, carrières, sources d'eau minérales, chemins de fer en exploitation, etc.	373
Circulaires et instructions dressées aux préfets, aux ingénieurs des mines, etc.	388
Personnel.	402

GAZOGÈNE PIERSON



Le Moteur à gaz CROSSLEY, alimenté par le gazogène Pierson, ne consomme que 600 à 700 grammes d'anthracite par cheval et par heure. Le gaz Pierson pour chauffage industriel revient à un centime le mètre.

PIERSON, 54, faubourg Montmartre, Paris

MAGASIN D'EXPOSITION : 47, RUE LAFAYETTE

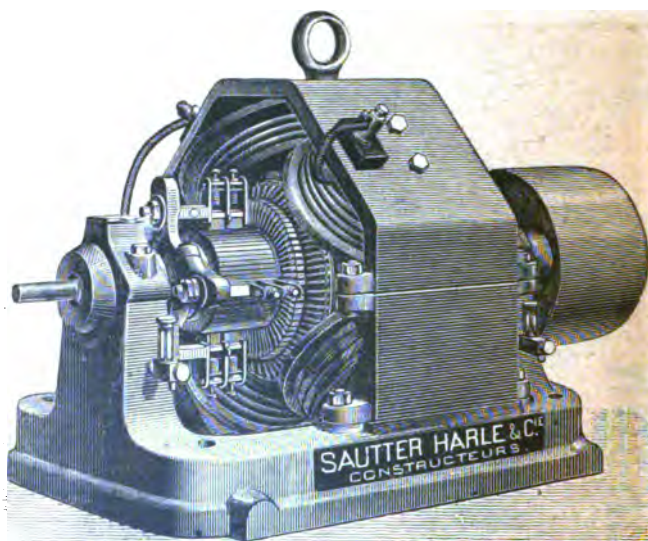
SAUTTER, HARLÉ & C^o

INGÉNIEURS-CONSTRUCTEURS

PARIS — 26, Avenue de Suffren, 26 — PARIS

EXPOSITION UNIVERSELLE 1889 — HORS CONCOURS — JURY

ÉCLAIRAGE TRANSPORT DE FORCE PAR L'ÉLECTRICITÉ



ASSERVISSEMENT ET COMMANDE ÉLECTRIQUE APPLIQUÉES A
L'OUTILLAGE DES MINES, POMPES, VENTILATEURS,
TRANCHEUSES, PERFORATRICES, TRIEUSES, PERCUSSION,
COMPRESSEURS D'AIR, APPAREILS DE LEVAGE, GRUES, MONTE-CHARGES, TRANSBORDEURS, PLANS II

PRINCIPALES INSTALLATIONS

Aux Mines :

d'ASPRIÈRES (Aveyron). — BLANZY (Saône-et-Loire).
BRUAY (Pas-de-Calais). — DADOU (Tarn). — DECAZEVILLE (Tarn-et-Garonne).
FRIEDRICHSGEGEN. — LAURIUM (Grèce).
ALAINES (Hérault). — MIÈRES (Austrie). — MEUPEL (Rhénanie).
VIEILLE-MONTAGNE (Penchot, Bray et Lû). — E

SOCIÉTÉ GÉNÉRALE

POUR LA

FABRICATION DE LA DYNAMITE

Procédés A. NOBEL

Paris, 1889 — Deux Médailles d'Or

Seule Médaille d'Or décernée en 1889 pour la Dynamite

SIÈGE SOCIAL : Place Vendôme, PARIS

USINES { à Paulilles, près Port-Vendres (Pyrénées-Orientales).
 { à Ablon, près Honfleur (Calvados).

*Dynamite-Gomme, pour roches très dures. — Dynamite, n° 1 guhr, n° 1 gélatinée
 à l'ammoniaque, pour roches dures. — Dynamite, n° 0, pour travaux sous l'eau.
 Marmites, n° 2 et n° 3, pour terrains moins résistants.*

Explosifs spéciaux pour charbonnages grisouteux (Décret du 1^{er} août 1890)

*Grisoutine-Gomme pour travaux au rocher. — Grisoutine B pour travaux dans le
 tbon.*

*Mèches de mineurs. — Capsules pour Dynamite. — Amorces, Câbles, Fils et Appareils
 électriques pour sautage des mines. — Marmites suédoises ou Seaux à dégeler la Dynamite.*

La Correspondance doit être adressée au SIÈGE SOCIAL

TÉLÉPHONE SOCIÉTÉ ANONYME TÉLÉPHONE

D'EXPLOSIFS ET DE PRODUITS CHIMIQUES

Capital : 2.000 000 de francs

19, rue Louis-le-Grand, 19, PARIS**USINES :****SAINT-MARTIN-DE-CRAU**

(France)

MILA

JANA

**DYNAMITES,****GOMMES ET GRISOUTINES****MÈCHES****DÉTONATEURS, CABLES****FILS****ET APPAREILS ÉLECTRIQUES**

être adressée au Siège social, 19, rue Louis-le-Grand.

PARIS

2 MÉDAILLES D'OR
CHEVALIER DE LA LÉGIION D'HONNEUR

EXPOSITION UNIVERSELLE, PARIS 1889

MATÉRIEL pour MINES

VENTILATEURS syst. GENESTE-HERSCHER

BREVETÉ S. G. D. G.

POUR MINES, FORGES, FONDERIES, SOUFFLAGE SOUS GRILLES, ETC.

**RENDEMENT GARANTI SUPÉRIEUR A CELUI
DE N'IMPORTE QUEL APPAREIL SIMILAIRE
CONNU A CE JOUR.**

COMPRESSEURS D'AIR A SOUPAPES A INJECTION

Compresseurs d'air, syst. Burckhardt et Weiss à sec.

**APPAREILS A AIR COMPRIMÉ
PERFORATEURS ET BOSSEYEUSES
Syst. DUBOIS & FRANÇOIS. — Breveté S. G. D. G.**

HAVEUSE BLANZY

TREUILS pour EXTRACTION ET FONÇAGE

A VAPEUR, A AIR COMPRIMÉ ET ÉLECTRIQUES

5 types différents

**MACHINES D'EXTRACTION ET TREUILS DE SECOURS
TREUILS MUS PAR TURBINES.**

**POMPES FRANÇAISES A ACTION DIRECTE
POMPES A COURROIES**

Pompes Hélico-Centrifuges. Système MAGNET & PIETTE

POMPES ÉLÉVATOIRES

POUR ÉPUISEMENTS DANS LES MINES, ÉLEVATION D'EAU
pour Villes et Usines, etc.

Nombreuses Références. — La machine d'épuisement fournie aux houillères de Rochebelle, est comprise pour élever 100 mètres cubes à l'heure à une hauteur totale de 350 mètres d'un seul jet ; son poids a dépassé 40.000 kilos.

CRIBLE GIRATOIRE SYST. COXE, B^{TE} S. G. D. G.

POUR HOUILLES, MINÉRAIS, ETC., ETC.

PRODUCTION CONSIDÉRABLE DANS UN APPAREIL DE DIMENSIONS RESTREINTES

CASSE-COKE — CASSE-CHARBON — CHAIN

**LAVOIRS, TRIAGES, CRIBLAGES, DÉSCHIAGE
TRAINAGES MÉCANIQUES, VAGONNETS ET VOIES**

CHEVALEMENTS MÉTALLIQUES, CHARPENTES EN FER, etc.

Cages d'Extraction Fer ou Acier avec Parach.

PAIERS A RÔULES ROQUEL, ÉVITANT LE FROTTEMENT DES CABLES SUR LES JOU

**MACHINES & CHAUDIÈRES A VAPEUR
LOCOMOBILES, TRANSMISSIONS, GROSSE CHAUDRONNERIE**

DEVIS ÉTUDES D'INSTALLATIONS, RENSEIGNEMENTS
CATALOGUES SUR DEMANDE

CHALON-S.-SAONE (FRANCE)

MAISON FONDÉE EN 1830

Personnel — 250 Ouvriers

Surface occupée par les Ateliers 95.000 mètres

* PINEITE

RÉFILERIE & CORDERIE MÉCANIQUES

DE LA

COMMISSION DES ARDOISIÈRES D'ANGERS

LARIVIÈRE & C^{IE}

CH. FOUINAT

ÉLÉPHONE
170, Quai Jemmapes, PARIS
TÉLÉPHONE

CORDAGES MÉTALLIQUES Ronds & PLATS EN FER, ACIER, CUIVRE

pour Mines, Carrières, Houillères, Plans inclinés, Cabestans, Appareils à lever,
Manœuvres courantes et dormantes de marine et de batellerie,
Transmission de force motrice, Signaux, Horlogerie, Paratonnerres, Puits, Clôtures

EXPOSITION UNIVERSELLE, PARIS 1889
Membre du Jury — Hors Concours
DEUX GRANDS PRIX: ANVERS 1894
ENVOI FRANCO DE TOUTS RENSEIGNEMENTS

MAISON FRANÇAISE DES MÉTAUX

 Société anonyme au capital de **25 millions de francs**
Siège social : 10, rue Volney. — PARIS

USINES :

Beville-lès-Rouen (Seine-Inf.), Castelsarrazin (Tarn-et-Garonne), Sérifontaine (Oise),
Givet (Ardennes), Bornel (Oise), Saint-Denis (Seine) et Paris, rue Vieille-du-Temple, 76

FORGERIE, LAMINAGE, ÉTIRAGE, EMBOUTISSAGE & TRÉFILERIE
de Cuivre, Laiton, Plomb, Étain, Zinc, Nickel, Maillechort, etc.

TUBES EN CUIVRE ROUGE ET LAITON SOUDÉS ET ÉTIRÉS

TUBES CRUVÉS POUR HORLOGERIE, OPTIQUE ORNEMENTS D'ÉCLAIRES ET APPAREILS D'ÉCLAIRAGE

de tous genres pour l'ébénisterie et l'ameublement. Appareils de stéarinerie et de sucrerie. Fils en
cuivre rouge, demi-rouge, laiton et maillechort. Cuivre rouge et laiton en lingots et en barres
fabrication de monnaies en cuivre rouge, bronze, maillechort et nickel

EN CUIVRE ROUGE POUR FOYERS DE LOCOMOTIVES

et grains de lumière pour canons. — Ceintures de projectiles

en cuivre rouge sans soudure. Rouleaux en cuivre pour impression

EN FEUILLES POUR CHOCOLATIERS, PARFUMEURS ET AUTRES USAGES

ables et en tuyaux. Tuyaux en plomb doublés d'étain

IS SOUDURES, POUR CHAUDIÈRES ET CONDUITES A HAUTE PRESSION

DE TUBES MINCES, LÉGERS ET SOLIDES

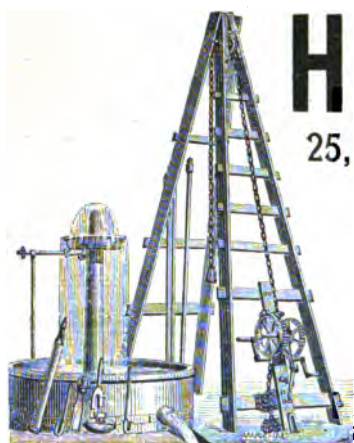
les CYCLES, BICYCLETTES, TRICYCLES, ETC., ETC.

ons (brevets SERVE). — Enveloppes d'obus en acier

ES ET FILS MAILLECHORT ET NICKEL POUR TOUTS USAGES

le haute conductibilité pour usages électriques

IAGES, EN PLANCHES, EN FILS & EN TUBES

ENTREPRISE GÉNÉRALE DE FORAGES ET SONDAGES

H. BECOT

Ing^r civil
(A. et M.)

25, rue de la Quintinie, PARIS-VAUGIRARS

RECHERCHES D'EAU
De Mines, Pétrole, Sel, etc.

PUITS ARTÉSIENS, Puits Absorbants

PUITS D'AÉRAGE

Consolidations par injections de ciment

ÉTUDES DE TERRAINS

FORAGES A GRANDES SECTIONS
CAPTAGE DE SOURCES

VENTE D'APPAREILS ET OUTILS DE SONDAGES
Pour Missions scientifiques, Entreprises coloniales, etc.

A LOUER

MAISON FONDÉE EN 1863

L. DUMONT

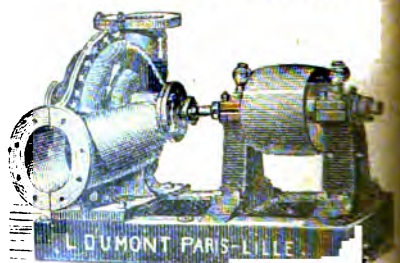
PARIS, 55, rue Sedaine

LILLE, 100, rue d'Isly

POMPES CENTRIFUGES

MÉDAILLE D'OR

EXPOSITION UNIVERSELLE 1889



APPLICABLE AUX MANUFACTURES

ET POUR TRAVAUX D'ÉGOUTS

POMPES, CONJUGUÉES POUR GRAVITATION

SUPÉRIORITÉ

5.500 APPLI

Envoi franco de

SOCIÉTÉ FRANÇAISE DE FABRICATION
DES
CORPS CREUX
SANS SOUDURE
SOCIÉTÉ ANONYME

SYSTÈME EHRHARDT



MARQUE DÉPOSÉE

CAPITAL: 5.000.000

SIÈGE SOCIAL
 1. Place de la Madeleine
PARIS.

USINE
 à **MONTBARD**
 (CÔTE D'OR)

TUBES DE CANON

TUBES EN ACIER
 POUR

CHAUDIÈRES MARINES
 ET AUTRES

CANALISATIONS SOUS PRESSIONS

BOUTEILLES POUR
GAZ COMPRIMÉS

ARMES - PROJECTILES - CYLINDRES DE PRESSES
ESSIEUX - JANTES - ARBRES CREUX
TIGES POUR ASCENSEURS - MATS POUR CABLES

et en général tous les CORPS CREUX en ACIER sur spécification

TELEPHONE
 N° 228-52.

ADRESSE TÉLÉGRAPHIQUE
 BOULALUMAGA-PARIS

ADRESSER
LETTRES ET COMMANDES au SIÈGE SOCIAL

Fabrique de Lampes de Sûreté en tous Genres

LANTERNES DIVERSES — DÉCOLLETAGE SUR TOUS MÉTAUX

Les plus Hautes Récompenses aux Expositions

COSSET-DUBRULLE FILS

LILLE — INGÉNIEUR-CONSTRUCTEUR — LILLE

3, rue de Toul, 3

3, rue de Toul, 3

Verres divers
CAOUTCHOUC-AMIANTE

Géblanterie

EXÉCUTÉES SUR DESSINS
Flambeaux pétrole pour poeppiers

LAMPES A GAZ
A RÉCUPÉRATION

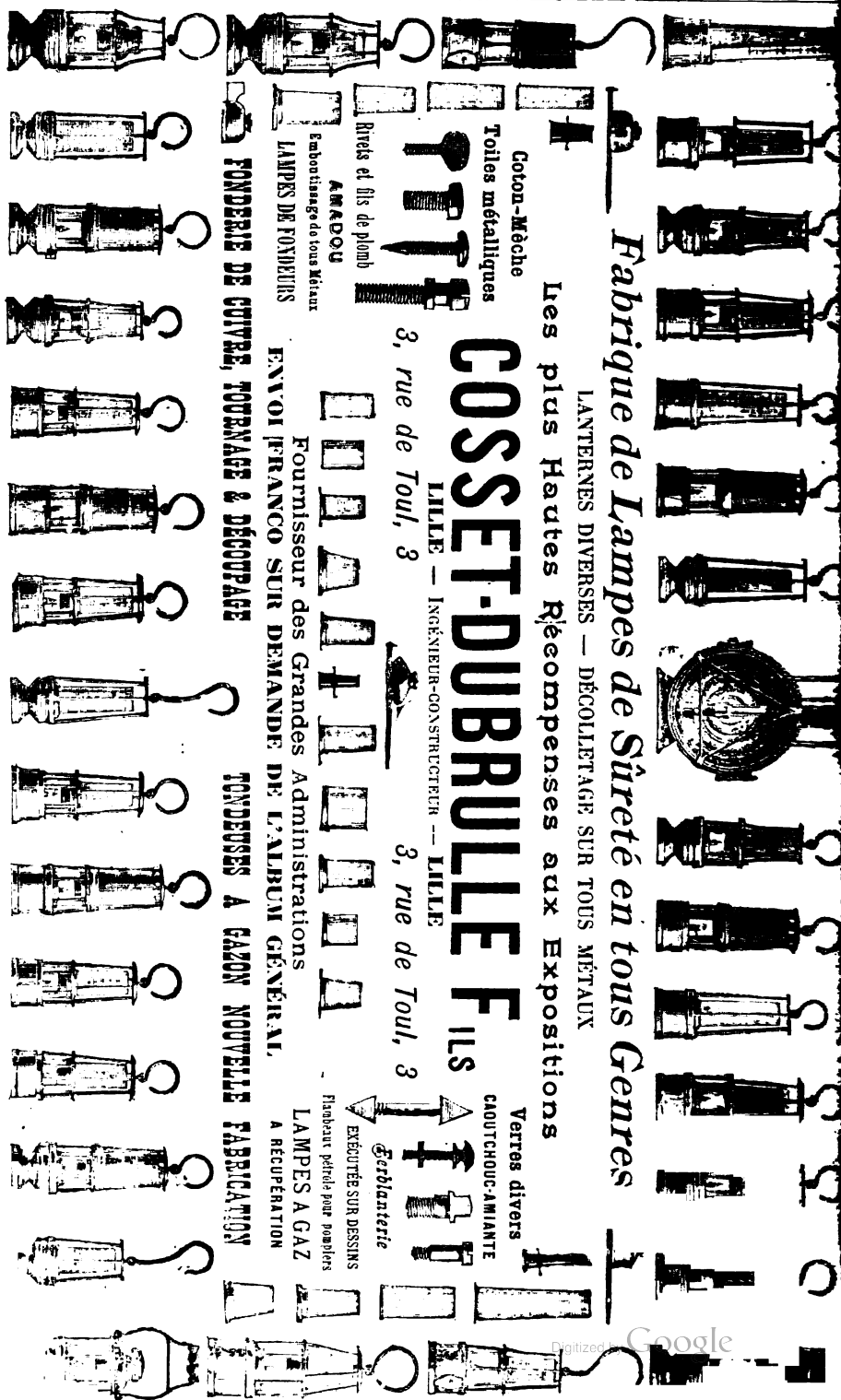
Fournisseur des Grandes Administrations

ENVOI FRANCO SUR DEMANDE DE L'ALBUM GÉNÉRAL.

TONDEUSES A GAZON NOUVELLE FABRICATION

FONDERIE DE CUIVRE, TOURNAJE & DÉCOPAGE

Rivets et fils de plomb
AMARDOU
Emballage de tous Métaux
LAMPES DE FONDEURS

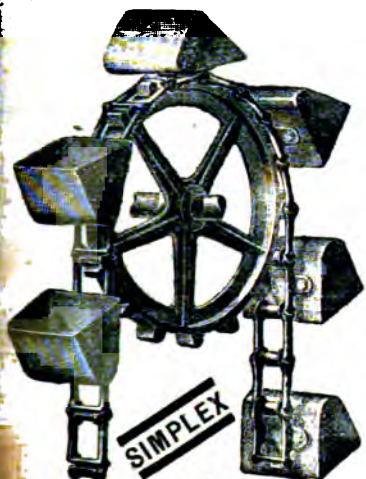


ÉLEVATEURS & TRANSPORTEURS

avec *Châînes simplex*

SYSTÈME BAGSHAWE

Brevetées S. G. D. G.



MARQUE DÉPOSÉE

BAGSHAWE Aîné

INGÉNIEUR CONSTRUCTEUR

PARIS. — 43, rue Lafayette. — PARIS

GODETS TOLE D'ACIER

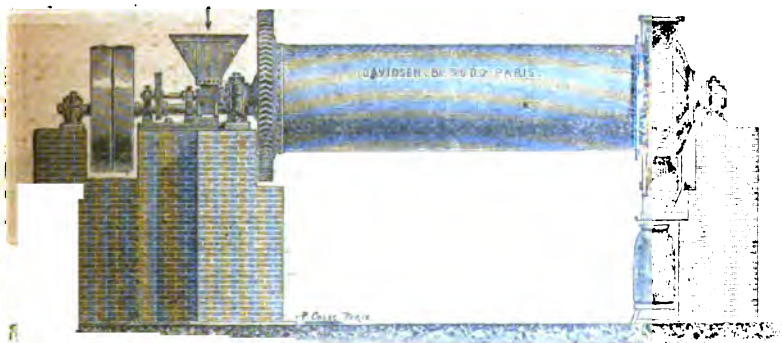
VIS D'ARCHIMÈDE

APPAREILS POUR DÉCHARGEMENTS
DE
BATEAUX

TRANSMISSIONS

DAVIDSEN, INGÉNIEUR CONSTRUCTEUR

PARIS, 118, Rue Lafayette, 118, PARIS



Suppression du blutage

CRUSSEURS SPÉCIAUX

POUR LE QUARTZ ET MATIÈRES DURES

OBTIENNENT une GRANDE FINESSE et un GRAND RENDEMENT

MAÇONNERIE ET FUMISTERIE INDUSTRIELLES

Entreprises pour la France et l'Étranger

MORAND & BILLAUD

Ingénieurs-Constructeurs

TÉLÉPHONE

PARIS, 51, rue de Lyon, PARIS

TÉLÉPHONE

Construction de

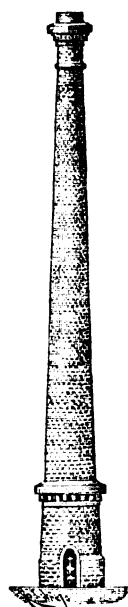
CHEMINÉES EN BRIQUES, FOUNEAUX DE CHAUDIÈRES A VAPEUR,
GAZOGÈNES, RÉCUPÉRATEURS,

ET FOURS DE TOUS SYSTÈMES POUR LA MÉTALLURGIE

BRIQUETTERIES, SUCRERIES, RAFFINERIES, FAÏENCERIES, VERRERIES, ETC.

Four au gaz à réchauffer à renversement, syst. CHARNEAU (Br. S. G. D. G.)

50 0/0 D'ÉCONOMIE SUR TOUS LES FOURS A RÉCUPÉRATION



ÉTUDES ET PLANS D'INSTALLATIONS D'USINES

APPLICATIONS GÉNÉRALES DE L'ÉLECTRICITÉ
INSTALLATIONS COMPLÈTES D'ÉCLAIRAGE ÉLECTRIQUE

M^{IN} DÉROCHE

PARIS — 21, rue Labois-Rouillon, 21 — PARIS

TÉLÉPHONE
402-511

TÉLÉPHONE
117-21

TÉLÉPHONE | SONNERIE | ACOUSTIQUE

FOURNITURE DES APPAREILS — ENTRETIEN A L'ANNEE
Plans et Devis sur demande

EXPLOSIFS FAVI

de la Société française des Poudres

62, Rue de Provence, PARIS

REMPLAÇANT TOUS EXPLOSIFS

Immocuité et sécurité absolu

EMPLACEMENT RÉSERVÉ
A LA COMPAGNIE
DES
ACCUMULATEURS ÉLECTRIQUES
BLOT

39 bis, Rue de Châteaudun
PARIS

MINES ET TRAVAUX PUBLICS
MARCEL GAUPILLAT ET C^{IE}

(Maison fondée en 1891)

SIÈGE SOCIAL : 39, Rue BOURET, à PARIS
FOURNISSEURS DU MINISTÈRE DE LA GUERRE,
DE LA VILLE DE PARIS, DE DIVERS GOUVERNEMENTS ÉTRANGERS
ET DES PRINCIPALES MINES FRANÇAISES ET ÉTRANGÈRES

DÉTONATEURS AU FULMINATE DE MERCURE
ET DÉTONATEURS A POUDRE SPÉCIALE

AMORCES ÉLECTRIQUES, Brevetées S. G. D. G. en France et à l'Étranger

NOUVEL EXPLOSEUR ÉLECTRIQUE
Système GAUPILLAT-MANET, breveté S. G. D. G. (Aout 1896)
En France et à l'Étranger

SOCIÉTÉ ANONYME
HUMBOLDT

BUREAUX : 19, Boulevard Haussmann, PARIS

MATÉRIEL DE MINES

MACHINES D'EXTRACTION

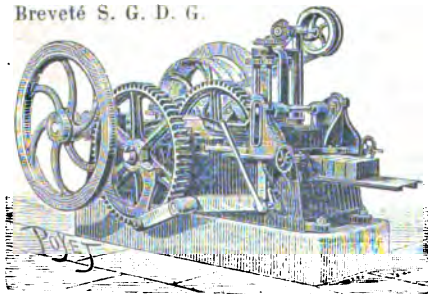
MACHINES D'ÉPUISEMENT

COMPRESSEURS D'AIR ET VENTILATEURS

PRÉPARATION MÉCANIQUE DES MINÉRAIS ET CHARBON

MACHINE A BRIQUETTES

Breveté S. G. D. G.



Simple, Robuste et peu coûteuse

PRODUISANT A VOLONTÉ DES

BRIQUETTES PLEINES OU PERFORÉES

Pression élastique. — Cohésion 80 %.

Agglomération de minerais de fer ou de manganèse, résidus de pyrites ou autres matières à l'état pulvéulent pour en faciliter le traitement dans les hauts-fourneaux, etc., etc.

MACHINE A BOULETS

PLEINS OU PERFORÉS

250.000 BOULETS DE HOUILLE,

PLEINS OU PERFORÉS PAR JOUR

L'Agglomération sous un petit volume avec un trou central facilite la combustion des charbons maigres et la calcination des minerais.

Installation d'Usines à Briquettes produisant de 8 à 260 tonnes en 11 heures, à des prix bien inférieurs à ceux des autres systèmes.

MACHINE A CHARBON DE PARIS et à briquettes pour chemins de fer et chauffage
BROYEURS-PULVERISATEURS, broyage par percussion. Engrais, Charbons
BROYEURS A MEULES, broyage et malaxage de matières quelconques.
CRIBLES ROTATIFS ou **A SECOURSSES**, classement des matières sèches.
LAVOIRS A BRAS ou **A VAPEUR**, classement par densité. Lavage des houilles.
MACHINES A BRIQUES à levier, pour terre ferme et demi-ferme. 6 à 7.000 par jour
MACHINE A AGGLOMERER à pression simultanée sur deux faces, pour ciment, sucre
FOURS SECHERS, NORIAS, TRANSPORTEURS, CONCASS
MALAXEURS, ETC., ETC.

Th. DUPUY et Fils

5 MÉDAILLES D'OR

CONSTRUCTEURS — PARIS

Google

ENT

COMMISSION DU GRISOU.

SUR LA LAMPE DE SURETÉ A RALLUMEUR SYSTÈME LAUNE.

I. — RAPPORT PRÉSENTÉ A LA COMMISSION

Par M. G. CHESNEAU, Ingénieur en chef des Mines.

Par lettre en date du 30 mars 1897, M. le Ministre des travaux publics a soumis à la Commission du grisou pour examen et avis une communication de M. Laune, mécanicien à Marseille, concernant un système de lampe de sûreté à rallumer, dont il est l'inventeur.

Cet appareil, dont M. Laune nous a remis un exemplaire, avec le dessin d'exécution, n'est autre qu'une lampe Marsaut ordinaire, à laquelle M. Laune a adapté un système de rallumeur de son invention, par allumettes chimiques en bois; en voici la description et le fonctionnement.

Le rallumeur comprend un certain nombre d'organes que l'on peut diviser en trois parties : 1° le porte-allumettes; 2° le pousse-allumettes; 3° l'allumoir.

1° **Porte-allumettes.** — Il se compose d'un barillet-revolver A, placé entre les plaques supérieures et inférieures.

rieures du réservoir à huile de la lampe. Ce barillet peut recevoir neuf allumettes chimiques dans autant de logements formés de cylindres α parallèles à l'axe de rotation du barillet, parallèle lui-même à l'axe de symétrie de la lampe. La plaque supérieure du réservoir est percée d'un trou ι placé de telle manière que, pendant la rotation du barillet, obtenue comme nous le verrons plus loin, chaque logement d'allumette vienne se placer en regard de ce trou, et c'est par celui-ci qu'on introduit les allumettes dans le barillet.

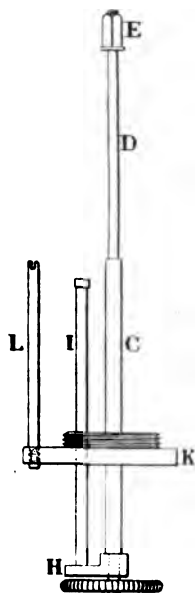
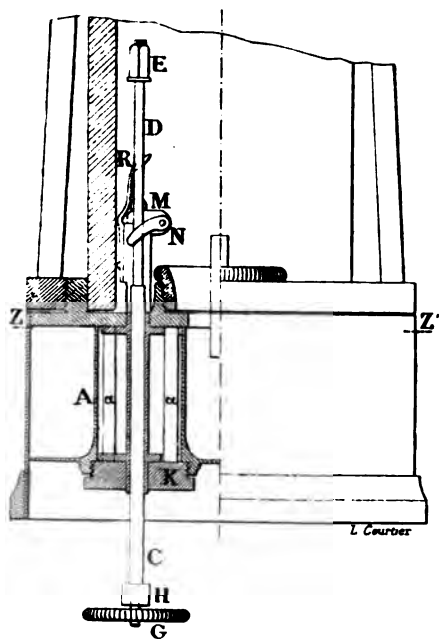
La longueur des allumettes est de 22 millimètres ; elles sont du type dit « allumettes viennoises » en bois paraffiné, sans soufre. Un ressort β avec butoir à pointe émoussée, fixé sur la plaque supérieure du réservoir, permet d'arrêter successivement le barillet pendant sa rotation, dans chacune des positions où un conduit α du barillet se trouve vis-à-vis de l'orifice d'introduction des allumettes.

2° Pousse-allumettes. — Cet organe sert à pousser les allumettes hors de leur logement contre l'allumoir ainsi qu'à faire tourner le barillet pour amener successivement chaque allumette en face de l'allumoir.

Il se compose d'une tige carrée C, prolongée par une partie amincie et cylindrique D, terminée elle-même par un écrou E.

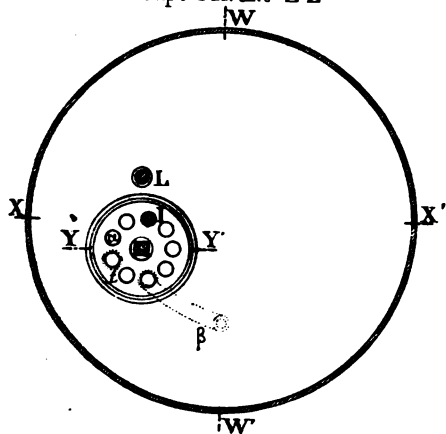
La partie carrée s'engage à frottement doux dans un canal pratiqué dans l'axe du barillet ; en sorte que, lorsqu'on donne à la tige C un mouvement longitudinal, le barillet reste immobile, tandis que, lorsqu'au moyen du bouton G on donne à la tige C un mouvement de rotation autour de son axe, elle entraîne le barillet. Tout près du bouton G, la tige C est amincie et rendue cylindrique sur 5 millimètres de longueur, de façon à pouvoir tourner dans l'œil d'une manivelle H, à laquelle est fixée d'une

Coupe suivant $XXX'X'$



Vue du pousse-allumettes, parallèle à WW' .

Coupe suivant ZZ'



façon rigide la tige I, qui constitue le pousse-allumettes proprement dit.

Un bouchon à vis K, dans lequel sont aménagées des cavités pour le passage des tiges C et I, obture complètement le logement du barillet; il est fixé dans sa position exacte (correspondant à la mise en regard de la tige I et d'un canal de l'allumoir) au moyen d'une vis L traversant tout le réservoir.

La longueur de la tige I est telle qu'en tirant le plus possible à soi la tige C hors du réservoir l'extrémité de la tige I soit dégagée du canal du barillet dans lequel elle était engagée. On conçoit donc que, dans cette position, on puisse faire tourner la tige C d'un neuvième de circonférence, ce qui amène le canal suivant du barillet vis-à-vis de la tige I; en poussant alors le bouton G, la tige I s'engage dans ce nouveau canal et chasse l'allumette qui s'y trouve contre le frottoir R.

On comprend aussi que, la tige C étant à fond de course, hors du réservoir, on puisse, par une rotation du bouton G, faire tourner le barillet pour le charger d'allumettes.

3° Allumoir. — C'est la partie qui constitue l'organe le plus original du rallumeur imaginé par M. Laune. Dans les rallumeurs à allumettes Catrice, et Guichot, que nous avons décrits dans un rapport précédent (*), l'allumette reste parallèle à la mèche, et il faut en général, après l'allumage de l'allumette, incliner convenablement la lampe pour que la flamme de l'allumette vienne lécher la mèche. Au contraire, dans l'allumeur Laune, en même temps que la manœuvre du pousse-allumettes enflamme celle-ci par frottement contre le ressort rugueux R, un organe spécial, manœuvré par le pousse-allumettes, fait basculer l'allumette qui vient se placer horizontalement au-dessus

(*) *Annales des Mines*, 9^e série, tome XI, pp. 250 et suivantes.

de la mèche, et à une distance très faible, dans la position même où l'on placerait l'allumette avec la main pour allumer la lampe. Cet organe est formé par une plaque M munie d'un orifice à travers lequel passe l'allumette avant d'atteindre le frottoir.

Cette plaque mobile autour d'un axe horizontal porte un ergot N, percé d'un œil dans lequel passe la partie amincie D du pousse-allumettes. Quand on enfonce celui-ci dans le réservoir, au moment où l'allumette arrive contre le frottoir, la partie carrée du pousse-allumettes entraîne l'ergot N et fait par suite basculer la plaque M qui amène l'allumette au-dessus de la mèche.

L'allumette se consume et, la lampe rallumée, on laisse le pousse-allumettes dans la position correspondante, où l'on peut d'ailleurs le maintenir avec la partie recourbée de l'émouchette sous le réservoir.

Quand la lampe s'éteint et qu'on veut la rallumer, on tire le bouton G à soi, et l'écrou E de la tige D ramène dans ce mouvement la plaque M dans la position horizontale prête à recevoir l'allumette suivante lorsque, par rotation du barillet et nouvelle manœuvre du pousse-allumettes, on projette l'allumette hors du barillet.

Au point de vue de la sécurité, il est évident que le rallumeur Laune ne peut modifier en quoi que ce soit les propriétés de la lampe à laquelle il est adapté, à la condition, facile à réaliser, que le bouchon obturateur K soit convenablement construit, et ne laisse pas entre les tiges C et I et leur logement un jeu suffisant pour permettre la propagation de l'explosion d'un mélange inflammable. D'autre part, l'inflammation du mélange explosif à l'intérieur de la lampe ne peut allumer (et encore bien difficilement) qu'une allumette à la fois par l'orifice d'introduction des allumettes : l'effet produit sur le mélange explosif ne peut donc différer sensiblement de celui de la flamme même de la lampe.

Nous nous sommes donc contenté de vérifier le fonctionnement du système présenté par M. Laune au point de vue du rallumage. Nous avons constaté par un grand nombre d'expériences que, malgré la complexité des organes de ce système, le rallumage s'effectue très bien et que les ratés ne sont pas à craindre, si l'allumette est en très bon état et le frottoir suffisamment rugueux. Mais on peut se demander si un usage prolongé dans les travaux souterrains ne serait pas susceptible de dérégler les organes assez délicats du pousse-allumettes.

Quoi qu'il en soit, les seuls inconvénients que nous croyons devoir signaler, en supposant l'appareil en bon état de fonctionnement, sont les suivants :

1° L'opération du chargement du barillet est forcément un peu longue, puisqu'il faut amener successivement chaque canal du barillet en regard de l'orifice d'introduction des allumettes, et il ne paraît guère possible d'y remédier, le barillet ne pouvant être extrait de son logement et remplacé que par des manœuvres encore plus compliquées;

2° Il faut généralement exercer une certaine pression sur la tête des allumettes pour les introduire à fond dans le barillet; et l'on risque d'écraser la pâte chimique, ce qui fait perdre l'allumette. De plus, si l'on a fendu le bois de l'allumette dans cette pression, elle peut se ployer quand on la chasse avec le pousse-allumettes ou s'insinuer entre le frottoir et la plaque M, ce qui paralyse tout l'appareil;

3° Enfin le système du pousse-allumettes est assez mal maintenu par l'émouchette et tend à sortir à fond de course hors du réservoir, pouvant ainsi se fausser facilement dans le transport. Il serait très facile de parer à ce défaut au moyen d'un taquet spécial placé sous le réservoir.

Ces divers inconvénients paraissent compenser jusqu'à

un certain point les très sérieux avantages du dispositif ingénieux qui fait basculer les allumettes au moment de leur inflammation : la pratique seule pourrait d'ailleurs permettre de se prononcer à cet égard et d'établir si les organes complexes du rallumeur Laune ne sont pas trop délicats pour supporter le maniement forcément assez brutal des lampes de mines dans les chantiers souterrains.

En résumé, sous le bénéfice des observations précédentes, nous estimons que le rallumeur par allumettes du système Laune est susceptible de fonctionner convenablement et paraît applicable sans danger, dans sa disposition actuelle, aux lampes de sûreté de types agréés par l'Administration.

8 mai 1897.

II. — AVIS DE LA COMMISSION DU GRISOU.

Après avoir entendu la lecture du rapport de M. Chesneau et en avoir délibéré, la Commission est d'avis, avec le rapporteur, que l'application du rallumeur Laune aux lampes de sûreté agréées par l'Administration peut être faite sans danger; mais, vu la complexité et la délicatesse de ses organes, dans son état actuel, elle fait toutes réserves quant à la possibilité de son emploi courant dans les mines, que des expériences pratiques faites dans les chantiers souterrains permettraient seules d'apprécier.

Néanmoins, en vue de rendre hommage à l'ingéniosité déployée par l'inventeur, dont l'appareil semble d'ailleurs susceptible de perfectionnements, la Commission estime qu'il y a lieu de proposer à M. le Ministre des travaux publics l'insertion aux *Annales des Mines* du rapport de M. Chesneau, suivi de l'avis de la Commission.

ÉTUDE
SUR LES
ENCLENCHEMENTS ENTRE LEVIERS
SERVANT A LA MANŒVRE DES SIGNAUX, AIGUILLES, ETC., DES CHEMINS DE FER

Par feu M. MASSIEU, Inspecteur général des Mines, Directeur
du Contrôle des Chemins de fer de l'Est ;

Revue et publiée (*)

par M. Louis ÉTIENNE, Ingénieur en Chef des Ponts et Chaussées,
Ingénieur en Chef-Adjoint du Service de la Voie des Chemins de fer
de Paris à Lyon et à la Méditerranée.

Exposé.

1. — L'étude que j'entreprends concerne une question qui a été déjà souvent traitée, et elle ne peut avoir d'autre prétention que de compléter, d'éclaircir, s'il se peut, ce qu'ont fait mes devanciers, dont je m'abstiendrai de citer dès à présent les noms, parce que je craindrais que la liste n'en risquât d'être incomplète.

Je me sers couramment, depuis plusieurs années, pour étudier les enclenchements, d'une méthode que je crois sûre et d'une application facile, si j'en juge par la promp-

(*) L'étude de M. Massieu sur les enclenchements a été entreprise à deux époques distinctes et suivant deux programmes légèrement différents; elle était inachevée au moment de sa mort, ce qui explique notamment l'absence de transitions et de conclusions finales. J'ai cherché, en publiant cette étude, à respecter le plus possible le texte du manuscrit; aussi me suis-je abstenu de le compléter et de combler les lacunes qui ne nuisaient pas à son intelligence.

L. E.

titude avec laquelle plusieurs de mes collaborateurs, dans le service qui m'est confié, sont arrivés à l'appliquer.

Cette méthode s'applique principalement aux enclenchements les plus simples entre deux leviers de manœuvre, auxquels, pour ce motif, on donne le nom de *binaires simples*, mais qui sont toujours de beaucoup les plus nombreux dans tous les postes ; elle a pour but de permettre de lire, sur une même ligne, les liaisons tant directes qu'indirectes qui sont établies entre chaque levier d'un poste et tous les autres leviers du même poste, liaisons qui subordonnent l'une ou l'autre position du levier considéré à des positions déterminées des autres leviers.

Par *enclenchements directs* on doit entendre ceux qui sont matériellement et directement réalisés dans le poste entre des groupes de deux ou plusieurs leviers. Les *enclenchements indirects* sont ceux qui résultent de la coexistence des précédents.

Je joins aux projets d'enclenchements qui sont soumis à mon examen un tableau à double entrée, analogue à une table de multiplication et où sont indiqués, comme je l'ai déjà dit, les enclenchements tant directs qu'indirects de chaque levier avec les autres leviers du même poste.

Quant aux enclenchements autres que les enclenchements binaires simples et que je définirai tout à l'heure, j'ai reconnu qu'il n'y avait aucun intérêt à chercher à les inscrire dans le tableau dont je viens de parler, attendu qu'ils ne pourraient qu'en altérer la précision. J'ai trouvé plus pratique de les mentionner à côté de ce tableau, sauf à signaler, par des renvois, les occasions où il y a lieu de s'y reporter.

D'ailleurs, le tableau à double entrée équivaut à ce que l'on peut représenter en géométrie plane sur une feuille de papier, alors que l'on n'a à considérer que deux dimensions ; mais on conçoit que le même mode de représentation ne se prêterait pas aussi nettement à la représenta-

tion de liaisons plus complexes, notamment entre plusieurs leviers, pas plus qu'il ne se prête à la représentation des relations de la géométrie à plus de deux dimensions.

J'avais eu d'abord l'intention (et j'aurais eu le désir de pouvoir y donner suite) d'exposer exclusivement la méthode que je suis, abstraction faite de toute considération des systèmes divers de mécanismes employés pour la réalisation des enclenchements, de n'y envisager en quelque sorte que des combinaisons algébriques ou géométriques ; mais j'ai dû reconnaître que cette manière de procéder exposerait le lecteur à douter quelquefois de la possibilité de réaliser matériellement ces combinaisons, comme cela m'est arrivé à moi-même, quand j'ai eu à envisager dans les projets certains enclenchements plus ou moins compliqués, autres que les enclenchements binaires simples, et je me suis décidé à présenter d'abord un exposé des mécanismes d'un des systèmes employés, en réduisant cet exposé, autant que possible, à son essence théorique.

J'ai choisi pour type à peu près le système Vignier primitif et horizontal, qui me paraît se prêter mieux que tout autre à la représentation des liaisons que l'on étudie, parce qu'il permet de les représenter sur un plan et par suite de les figurer sur une feuille de papier.

Bien que je ne me propose nullement, dans cette étude, de présenter un essai de traité complet des enclenchements, il ne m'a pas paru possible de me dispenser d'en exposer les bases, ou, si l'on veut, les principes. Je tiens à éviter d'abord au lecteur de mon travail la nécessité éventuelle d'avoir à se reporter préalablement aux écrits déjà publiés sur la matière, et en outre il m'a semblé nécessaire de bien préciser la signification qu'il faut donner à certaines expressions, même au mot d'*enclenchement*, qui est peut-être entendu, suivant les cas, de manières différentes.

2. — La présente étude se composera donc de deux parties essentielles.

Dans la première partie, je rappellerai aussi succinctement que possible le principe et la signification des différentes sortes d'enclenchements; j'indiquerai les solutions que donnent, pour les réaliser, les dispositions du système Vignier qui me servira de type.

Dans la seconde partie, je ferai connaître la méthode que j'emploie pour l'étude des enclenchements binaires simples et qui permet de se rendre très facilement compte de toutes les liaisons directes ou indirectes qu'ils établissent entre les divers leviers d'un même poste. Je montrerai comment la considération de ces enclenchements peut être complétée par celle des enclenchements plus compliqués, et comment ainsi on peut étudier l'ensemble des dispositions d'un poste à leviers plus ou moins nombreux.

Cette seconde partie comprendra en outre la description des dispositions d'un certain nombre de postes d'enclenchements établis sur divers réseaux français.

PREMIÈRE PARTIE.

PRINCIPES ET SIGNIFICATION DES ENCLENCHEMENTS.

3. — Tout levier servant à manœuvrer soit un signal, soit une ou plusieurs aiguilles, doit toujours être poussé à fond de course, dans l'un ou l'autre sens, et ne doit jamais être abandonné dans une position intermédiaire.

L'une des positions extrêmes du levier se nomme *position normale*, et l'autre *position renversée*. Le choix de celle des deux positions extrêmes qu'on appelle soit nor-

male, soit renversée, est en principe affaire de convention. Ainsi rien n'empêcherait de prendre, pour position normale de chaque levier d'un poste, la position dans laquelle on trouverait ce levier, en pénétrant à un moment quelconque dans ce poste. Le choix ainsi fait, il est évident que tous les leviers pourront, quelles que soient les liaisons établies entre eux, se trouver simultanément dans leurs positions normales. Nous supposons par la suite que cette condition est toujours remplie.

Dans l'une de ses positions extrêmes le levier est redressé et poussé en avant de l'agent qui le manœuvre; dans l'autre position extrême, il est au contraire ramené vers l'agent et abaissé vers lui. Sur le réseau de l'État, la première position s'appelle *position droite*, et la seconde *position renversée*. Nous désignerons plus volontiers cette seconde position sous le nom de *position abaissée*, de telle sorte que l'expression de *position renversée* soit nettement réservée pour désigner la position opposée à celle qui a été choisie comme *position normale*.

4. — Les postes d'enclenchement sont souvent montés de telle sorte que, s'il s'agit d'un signal, ce signal soit fermé, quand son levier de manœuvre est dans la *position droite*. S'il s'agit d'un levier manœuvrant une ou plusieurs aiguilles, des verrous, des blocs ou taquets d'arrêt, ces appareils se trouvent dans une position à définir dans chaque cas et qui, en ce qui concerne les aiguilles situées sur les voies principales, est généralement la position assurant la continuité de la circulation sur ces voies.

Le plus souvent la position d'un levier que nous choisissons pour sa position normale sera sa position droite; mais nous nous réservons de prendre pour position normale, dans certains cas, la *position abaissée* de ce levier.

Dans le choix de la *position normale* d'un levier nous nous imposerons toutefois une condition, c'est que la position choisie puisse toujours coexister avec la position

normale de tous les autres leviers du poste, de façon qu'en aucun cas il ne soit nécessaire, pour que le levier considéré puisse être amené à sa position normale, de placer définitivement un autre quelconque des leviers du poste dans la position considérée comme position renversée de ce dernier levier. Autrement dit, pour nous résumer, tous les leviers d'un poste doivent pouvoir se trouver simultanément dans leurs positions normales, telles qu'on les a définies.

Il est utile aussi, sinon indispensable, que tous les leviers d'un même poste puissent être placés simultanément dans leur position droite.

Ces explications données pour éviter toute confusion, nous considérerons, dans l'étude très-sommaire des mécanismes que nous voulons faire, et à moins d'avis contraire, que *la position normale des leviers se confond avec leur position droite*.

5. — Dans le système Vignier horizontal qui nous servira de type, un levier quelconque, en outre de la transmission rigide ou funiculaire le reliant à l'appareil à manœuvrer (signal, aiguille, etc.), est articulé avec une *barre d'enclenchement* horizontale qu'il déplace dans le sens de la longueur de cette barre, sans qu'elle sorte du plan vertical où le levier se meut lui-même.

La barre d'enclenchement conduit d'autre part par un renvoi d'équerre une *tringle d'enclenchement* également horizontale, qui lui est perpendiculaire et qui se déplace dans le sens de sa propre longueur; chaque levier manœuvre ainsi à la fois une barre, et par l'intermédiaire de cette barre une tringle d'enclenchement.

Chaque *barre d'enclenchement* présente des trous dans lesquels peuvent venir s'engager les verrous dont sont munies les *tringles d'enclenchement* conduites par les autres leviers du poste.

ENCLENCHEMENTS BINAIRES.

6. — Nous représentons dans la *fig. 1* en perspective trois leviers AA_1 , BB_1 , CC_1 , qui se déplacent dans des plans verticaux parallèles entre eux en tournant autour de points fixes a , b , c , placés sur une même droite horizontale.

Ces leviers sont articulés à leur partie inférieure en A , B , C , respectivement avec trois barres d'enclenchement AA_2 , BB_2 , CC_2 .

Les trois leviers sont représentés en traits pleins dans leur position droite que nous prenons, par définition, pour leur

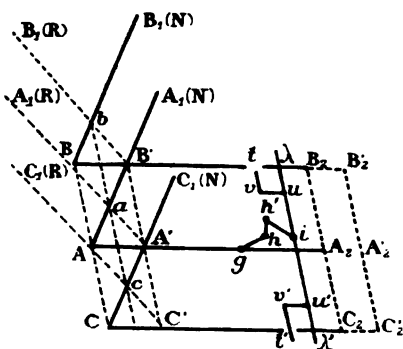


FIG. 1.

position normale, et en traits ponctués dans leur position abaissée, qui sera par conséquent leur position renversée.

Quand les leviers sont dans leur position droite ou normale, leurs extrémités inférieures se trouvent sur une même ligne horizontale BAC , parallèle à la droite bac , située au-dessous de cette dernière, et qui forme la tête des positions des barres d'enclenchement AA_2 , BB_2 , CC_2 .

Chacune de ces barres d'enclenchement, quand on renverse le levier avec lequel elle est articulée, se déplace horizontalement dans le même plan vertical que ce levier (dans la *fig. 1* de la gauche vers la droite). Lorsque le levier est entièrement renversé, la barre a parcouru une certaine longueur, que nous appellerons sa course, qui

est la même pour toutes les barres et que nous désignerons au besoin par c .

Ainsi les barres figurées ci-dessus passeront, lorsqu'on renversera les leviers, de leurs positions AA_2 , BB_2 , CC_2 , que l'on peut appeler aussi leurs positions normales, à leurs positions $A'A'_2$, $B'B'_2$, $C'C'_2$, qui seront leurs positions renversées.

De cette façon, au lieu de considérer les positions normale et renversée d'un levier, on pourra considérer les positions normale et renversée de la barre qu'il conduit, puisque ces positions se correspondent respectivement.

Ainsi que nous l'avons dit, chaque barre d'enclenchement conduit, par un renvoi d'équerre, une tringle d'enclenchement horizontale qui lui est perpendiculaire et qui se déplace dans le sens de sa longueur.

Sur la *fig. 1* on a représenté, pour la tringle qui correspond à la barre AA_2 et, par conséquent, au levier AA_1 , le renvoi d'équerre qui relie la barre à la tringle. Ce renvoi se compose, dans notre disposition type, d'un axe vertical hh' sur lequel sont fixées deux branches horizontales gh et $h'i$ articulées, la première en g avec la barre AA_2 , et la seconde en i avec la tringle $\lambda\lambda'$.

Nous avons supposé dans cette figure que la tringle portait deux verrous uv et $u'v'$, le premier placé, dans la position normale des appareils, en face d'une ouverture t pratiquée dans la barre BB_2 , et le second, tourné en sens inverse du premier et engagé dans une ouverture t' de la barre CC_2 .

On voit facilement que, dans ces conditions, le levier BB_1 est libre, c'est-à-dire que rien n'empêcherait de le renverser, tandis que le levier CC_1 est immobilisé dans sa position normale par le verrou v' engagé dans l'ouverture ou trou t' de sa barre d'enclenchement.

Si nous renversons d'abord le levier AA_1 , la barre d'enclenchement AA_2 , articulée avec ce levier, se dépla-

çant, de gauche à droite, de la longueur de sa course, viendra en $A'A'_2$, et, par l'intermédiaire du renvoi d'équerre, fera avancer d'une course aussi la tringle d'enclenchement correspondante dans le sens $\lambda\lambda'$, d'où il résultera que le verrou v s'engagera dans l'ouverture t de la barre d'enclenchement BB_2 , tandis que le verrou v' sortira de l'ouverture t' de la barre CC_2 . Par conséquent le renversement du levier AA_1 aura eu pour effet d'immobiliser le levier BB_1 , qui était libre, et de rendre libre le levier CC_1 , qui était immobilisé.

7. — Ce qui précède représente, dans un cas des plus simples, le mode de fonctionnement des appareils d'enclenchement qui nous serviront de types ; mais, pour des cas plus complexes, comme nous aurons à en considérer, des figures représentant en perspective les dispositions des appareils seraient fort incommodes, et il y a un grand avantage à pouvoir figurer ces dispositions d'une façon nette par une simple projection sur un plan, lequel, avec le type adopté, sera un plan horizontal. Pour y parvenir, une convention est nécessaire.

Si l'on supposait que les verrous uv et $u'v'$, portés par la tringle $\lambda\lambda'$ de la *fig.* 1, fussent placés dans le plan vertical qui passe par l'axe de cette tige, leurs projections horizontales se confondraient avec celle de la tige elle-même et le jeu des verrous deviendrait difficile à faire comprendre.

Pour éviter cet inconvénient, nous supposerons les verrous, tels que uv et $u'v'$, situés dans un plan passant par la tringle qui les porte, mais oblique sur le plan vertical qui contient cette tringle, de façon que les projections horizontales des verrous soient nettement distinctes de la projection de la tringle et placés à gauche, par exemple, de celle-ci.

Dans la projection horizontale du système ainsi obtenu, les lignes qui figureraient les leviers se confondraient

avec celles qui représenteraient les barres d'enclenchement correspondantes ; mais nous pouvons faire abstraction des projections des leviers, puisque les positions de ces derniers sont entièrement définies par les positions des barres d'enclenchement.

Nous arriverons ainsi à une représentation très simple, en projection sur plan horizontal ; des dispositions tracées en perspective sur la *fig. 1*.

Dans la *fig. 2* les barres d'enclenchement sont supposées à fond de course vers la gauche, ce qui correspond à la position droite de leurs leviers de manœuvre, position considérée en général comme normale, tant qu'on n'aura pas fait de convention contraire. Des flèches indiquent le sens dans lequel se déplaceront les barres d'enclenchement, lorsque l'on renversera ou abaissera les leviers correspondants.

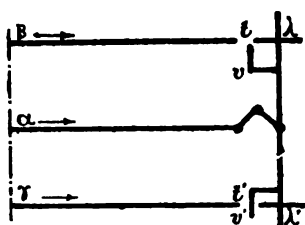


FIG. 2.

8. — Considérons maintenant les relations de positions entre les leviers α ou AA_1 et β ou BB_1 , c'est-à-dire les liaisons entre ces deux leviers, telles qu'elles résultent des dispositions ci-dessus (*fig. 2*). On voit que, si l'on renverse le levier α , la barre d'enclenchement s'avancant vers la droite et la tringle correspondante $\lambda\lambda'$ se déplaçant de λ' vers λ , le verrou v s'engagera dans l'ouverture t de la barre B et l'immobilisera, ainsi que son levier de manœuvre, dans sa position normale ; c'est ce qu'on exprime le plus souvent en disant que : α renversé enclenche β normal, et ce que l'on représente, d'après la notation de M. Cossmann, par la formule symbolique

$$\frac{\alpha R}{\beta N}$$

Remarquons, d'autre part, que, si l'on avait d'abord renversé β , le trou t de la barre β , qui aurait fait une course vers la droite, ne se trouverait plus en face du verrou v et que, par conséquent, on ne pourrait plus renverser α qui resterait immobilisé dans la position normale ; on dit qu'alors β renversé enclenche α normal, ce que l'on représente, comme précédemment, par la formule symbolique

$$\frac{\beta R}{\alpha N}.$$

Les deux relations que nous venons de trouver entre les positions des leviers α et β résultent l'une et l'autre des mêmes dispositions des appareils : elles sont donc la conséquence l'une de l'autre, et on dit qu'elles constituent des *enclenchements réciproques*.

Remarquons que l'on peut exprimer d'une autre manière et envisager par suite sous une autre forme les enclenchements qui résultent des dispositions précédentes.

Si l'on avait renversé d'abord β , on ne pourrait plus ensuite renverser α ; il en résulte que αR ne peut coexister qu'avec βN et non avec βR , ou encore que l'on ne peut renverser α qu'autant que β est normal.

De même, si l'on avait d'abord renversé α , on ne pourrait plus ensuite renverser β ; il en résulte que βR ne peut coexister qu'avec αN et non avec αR , ou encore que l'on ne peut renverser β qu'autant que α est normal.

On a souvent intérêt, comme on le verra par la suite, à considérer sous ce point de vue les deux enclenchements réciproques que représentent les formules symboliques,

$$\frac{\alpha R}{\beta N} \quad \text{et} \quad \frac{\beta R}{\alpha N}.$$

9. — Passons maintenant aux relations de position entre les leviers α et γ , c'est-à-dire aux enclenchements

qu'établissent entre ces leviers les dispositions de la *fig. 2*.

On voit d'abord que, dans la position normale des appareils, le verrou v' , étant engagé dans le trou t' de la barre γ , immobilisera cette barre dans sa position normale, tant que l'on n'aura pas renversé α . C'est ce qu'on exprime en disant que α normal enclenche γ normal, et ce que l'on représente par la formule symbolique

$$\frac{\alpha N}{\gamma N}.$$

Si l'on renverse α , le verrou v' sortira de l'ouverture t' , la barre γ deviendra libre, ainsi que son levier de manœuvre. Le levier γ pourra être renversé, la barre γ faisant une course vers la droite ; alors α ne pourra plus être ramené dans sa position normale, puisque le verrou v' ne se trouvera plus en face du trou t' ; on voit donc que γ renversé immobilise α dans sa position renversée, ce que l'on exprime en disant que γ renversé enclenche α renversé, et ce que l'on écrit symboliquement :

$$\frac{\gamma R}{\alpha R}.$$

Les deux relations que nous venons de trouver entre les positions des leviers α et γ résultent l'une et l'autre des mêmes dispositions des appareils ; elles peuvent être regardées comme étant la conséquence l'une de l'autre, et on dit qu'elles constituent des enclenchements réciproques.

On peut envisager autrement les conséquences ou enclenchements qui résultent des dispositions précédentes.

Si l'on n'a pas d'abord renversé α , on ne peut renverser γ ; il en résulte que γR ne peut coexister qu'avec αR , et non avec αN , ou encore que l'on ne peut renverser γ qu'autant que α est déjà lui-même renversé.

De même si l'on renverse d'abord γ , puis α , on ne

pourra plus ramener α dans sa position normale ; αN ne peut donc coexister qu'avec γN et non avec γR , ou pour dire autrement : αN entraîne γN , exige que l'on ait γN .

L'enclenchement $\frac{\alpha N}{\gamma N}$ peut s'exprimer d'une autre manière qui nous sera fort utile par la suite : puisque αN immobilise γN , lorsqu'on aura renversé α , γ ne sera plus immobilisé, deviendra libre, et pourra être renversé à son tour ; γ sera alors dégagé, suivant l'expression usitée, par le renversement de α ; on peut donc, au lieu de

$$\frac{\alpha N}{\gamma N},$$

écrire symboliquement

$$\frac{\alpha R}{\gamma D},$$

ce qui veut dire que : α étant renversé, γ est dégagé.

10. — Les enclenchements que nous venons de décrire sont dits enclenchements binaires simples. Ils sont binaires, parce qu'ils sont établis entre deux leviers seulement ; ils sont simples, parce que l'un des deux leviers enclenche ou immobilise l'autre dans une seule position déterminée. Nous résumerons ce qui précède en disant :

1° Qu'entre les deux leviers α et β existent les deux enclenchements réciproques suivants, conséquence l'un de l'autre :

$$\frac{\alpha R}{\beta N} \quad \text{et} \quad \frac{\beta R}{\alpha N};$$

2° Qu'entre les deux leviers α et γ existent les deux enclenchements réciproques suivants, conséquence aussi l'un de l'autre :

$$\frac{\alpha N}{\gamma N} \quad \text{ou} \quad \frac{\alpha R}{\gamma D} \quad \text{et} \quad \frac{\gamma R}{\alpha R}.$$

11. — Ces deux enclenchements peuvent être réali-

sés autrement que ne l'indique la *fig. 2*, par la raison même qu'en réalisant l'un deux on réalise sa réciproque, et inversement. Chacun doit pouvoir être réalisé au moyen de deux dispositions différentes ; nous reprodui-

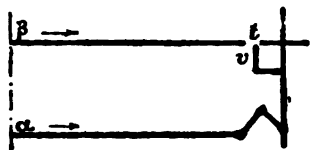


FIG. 3.

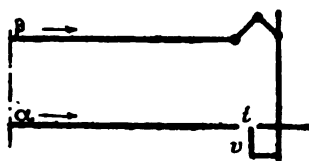


FIG. 3 bis.

sons ici, en regard l'une de l'autre, ces dispositions, celle déjà indiquée étant figurée à gauche (*fig. 3 et 4*), et la nouvelle à droite (*fig. 3 bis et 4 bis*).

1° Enclenchement

$$\frac{\alpha R}{\beta N} \quad \text{et} \quad \frac{\beta R}{\alpha N} \quad (\text{fig. 3 et 3 bis}).$$

On voit sur la *fig. 3 bis* que αR immobilisera βN , le verrou v ne se trouvant plus en face du trou t , que αR exige que β soit normal, qu'en un mot on a bien l'enclenchement $\frac{\alpha R}{\beta N}$.

On voit aussi que β ne peut être renversé que si α est normal, si par conséquent le trou t se trouve en face du verrou v , enfin que βR immobilise α normal ; on a donc bien l'enclenchement $\frac{\beta R}{\alpha N}$, réciproque du précédent.

2° Enclenchement

$$\frac{\alpha N}{\gamma N} \quad \text{ou} \quad \frac{\alpha R}{\gamma D} \quad \text{et} \quad \frac{\gamma R}{\alpha R}.$$

On voit sur la *fig. 4 bis* que α normal immobilise γ normal, puisque le trou t' ne se trouve pas en face du verrou v' . Ce trou est supposé en effet placé dans la

barre α à une distance du verrou v' égale à la course que cette barre fera vers la droite quand on renversera le levier α . On voit d'ailleurs que αN ne peut coexister qu'avec γN et non avec γR ; on a donc bien l'enclenchement $\frac{\alpha N}{\gamma N}$.

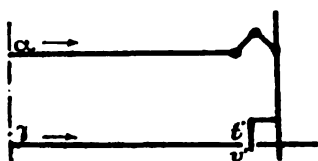


FIG. 4.

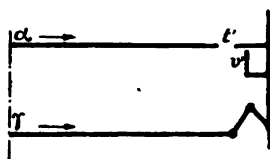


FIG. 4 bis.

On voit encore que, si l'on renverse α , le levier γ deviendra libre ou dégagé, puisque, le trou t' étant alors amené en face du verrou v' , le levier γ pourra être renversé ; on a donc bien l'enclenchement $\frac{\alpha R}{\gamma D}$, équivalent de $\frac{\alpha N}{\gamma N}$.

Enfin l'on ne peut renverser γ qu'après avoir renversé α , et, d'autre part, quand on aura renversé d'abord α , puis γ , on voit que γ renversé immobilisera α renversé ; on a donc bien l'enclenchement $\frac{\gamma R}{\alpha R}$, réciproque de l'enclenchement $\frac{\alpha N}{\gamma N}$ ou $\frac{\alpha R}{\gamma D}$.

12. — Ce qui précède montre qu'avec les liaisons que nous supposons établies entre deux leviers α et β ou α et γ les deux leviers s'enclenchent réciproquement. Il n'y a donc pas lieu au fond de distinguer le levier enclencheur et le levier enclenché, puisque le levier enclencheur devient le levier enclenché, dans la réciproque et inversement. On peut toutefois, pour faciliter le langage, retenir les deux expressions précédentes en appelant enclencheur le levier qui figure au numérateur, et enclenché le levier qui figure au dénominateur, dans

l'expression symbolique de forme fractionnelle qui exprime l'enclenchement.

13. — Nous avons, pour bien faire comprendre les premières notions sur les enclenchements, pensé qu'il était utile de les exposer en supposant ces enclenchements réalisés d'après le système d'appareils qui nous sert de type; mais il est bon de reprendre la question à un autre point de vue et en faisant abstraction de tout système employé pour réaliser les enclenchements.

Considérons deux leviers α et β ; chacun d'eux pouvant occuper deux positions, la position normale et la position renversée, les positions de ces deux leviers peuvent donner lieu aux quatre combinaisons suivantes :

αN	et	βN
αN	et	βR
αR	et	βN
αR	et	βR .

Un enclenchement binaire simple entre les deux leviers α et β n'a pas d'autre but et d'autre effet que de rendre mécaniquement impossible l'une de ces quatre combinaisons.

Nous avons déjà dit qu'il convenait de choisir, par définition, les positions normales des leviers d'un même poste, de façon que tous ces leviers pussent concurremment être amenés dans des positions, autrement dit de façon que les positions normales de tous les leviers fussent toujours compatibles entre elles. De là résulte que la combinaison αN et βN devra toujours, si la règle précédente est observée, être possible et que l'enclenchement ne pourra exclure que l'une des trois autres combinaisons (*).

(*) Un enclenchement binaire simple de la forme $\frac{\alpha N}{\beta R}$ ne peut donc se rencontrer.

376 ÉTUDE SUR LES ENCLENCHEMENTS ENTRE LEVIERS

Puisque l'on peut toujours avoir à la fois αN et βN , l'exclusion qui résulte de l'enclenchement ne peut apparaître qu'au moment où l'on veut renverser l'un au moins des leviers.

Si donc la position du levier α est dépendante de celle du levier β , cette dépendance ne peut revêtir que l'une des deux formes suivantes :

1° α ne peut être renversé que si β est normal, ce qui s'exprime par la notation $\frac{\alpha R}{\beta N}$;

2° α ne peut être renversé que si β est renversé, ce que l'on traduit par $\frac{\alpha R}{\beta R}$;

Si, au contraire, c'est la position du levier β qui dépend de celle du levier α , cette dépendance ne peut également revêtir que les formes suivantes ;

3° β ne peut être renversé que si α est normal, ce que l'on représente par la notation $\frac{\beta R}{\alpha N}$;

4° β ne peut être renversé que si α est lui-même renversé, ce qu'indique la notation $\frac{\beta R}{\alpha R}$.

Considérons d'abord l'enclenchement du 1°, $\frac{\alpha R}{\beta N}$, que nous supposons matériellement réalisé.

Dire que α ne pourra être renversé que si β est normal, c'est dire que β renversé immobilise α normal.

La combinaison exclue est donc $[\alpha R \text{ et } \beta R]$, c'est-à-dire la 4^{ème} et, comme conséquence de cette exclusion, β ne peut être renversé qu'autant que α est normal, d'où l'enclenchement réciproque du précédent $\frac{\beta R}{\alpha N}$.

On voit donc que l'on pourrait représenter l'enclenchement que nous venons d'examiner, en indiquant simplement la combinaison qu'il rend impossible, et cela au

moyen de la formule symbolique

$$(\alpha R, \beta R).$$

Passons à l'enclenchement du 2° supposé matériellement réalisé $\frac{\alpha R}{\beta R}$.

Il indique que α ne pourra être renversé que si β est lui-même renversé. Il en résulte que β normal immobilise α normal : la combinaison exclue est la 3^{ème} des combinaisons énumérées ci-dessus :

$$[\alpha R \text{ et } \beta N].$$

Cet enclenchement a pour conséquence que β ne peut être ramené à sa position normale que si α est normal, d'où l'enclenchement réciproque $\frac{\beta N}{\alpha N}$.

Il nous reste à examiner les relations d'enclenchement du 3° et du 4°.

Nous avons déjà rencontré l'enclenchement $\frac{\beta R}{\alpha N}$ comme réciproque de l'enclenchement du 1°; cette relation ne nous indique rien de nouveau.

Il n'en est pas de même pour l'enclenchement du 4°, c'est-à-dire $\frac{\beta R}{\alpha R}$.

Dire que β ne peut être renversé que si α est renversé, c'est dire aussi que α normal immobilise β normal. La combinaison exclue par cet enclenchement est (αN et βR); on déduit de là que α ne peut être ramené à la position normale, si β n'est pas au préalable normal, relation qui se représente par la notation $\frac{\alpha N}{\beta N}$.

Il convient de rappeler qu'au lieu de dire : βN enclenche ou immobilise αN , on peut exprimer la même relation en disant que βR dégage αN , ce qui peut s'écrire :

$\frac{\beta R}{\alpha D}$, aussi bien que $\frac{\beta N}{\alpha N}$. La formule symbolique $\frac{\beta R}{\alpha D}$ signifie en effet que α ne devient libre et ne peut être renversé qu'après que β a été lui-même renversé.

14. — Nous n'avons jusqu'ici envisagé que la liaison, c'est-à-dire l'enclenchement d'un levier α avec un autre levier β ; mais α peut être aussi relié par des enclenchements binaires simples avec d'autres leviers γ , δ , ϵ , et l'enclenchement de α avec ces autres leviers pourra être de l'une des formes ci-dessus indiquées ; on pourra avoir par exemple entre α et γ :

Soit l'enclenchement $\frac{\alpha R}{\gamma N}$, et réciproquement $\frac{\gamma R}{\alpha N}$;

Soit l'enclenchement $\frac{\alpha R}{\gamma R}$, et réciproquement $\frac{\gamma N}{\alpha N}$ ou $\frac{\gamma R}{\alpha D}$;

Soit enfin l'enclenchement $\frac{\alpha N}{\gamma N}$, et réciproquement $\frac{\gamma R}{\alpha R}$.

Quand, pour représenter un enclenchement, on fait usage de la formule symbolique, sous forme de fraction, que nous avons jusqu'ici employée, il ne faut pas oublier que la position indiquée au numérateur de la fraction pour l'un des leviers entraîne forcément pour l'autre levier la position indiquée au dénominateur de la fraction.

De là résulte que les formules à forme fractionnelle peuvent se multiplier entre elles comme les fractions ordinaires, et que le produit ainsi obtenu, s'il se réduit, après suppression des termes communs au numérateur et au dénominateur, à une fraction simple, représente un enclenchement indirect entre les leviers qui figurent au numérateur et au dénominateur de ce produit.

Ainsi supposons qu'on ait réalisé matériellement les enclenchements binaires simples,

$$\frac{\alpha R}{\beta R}, \quad \frac{\beta R}{\gamma N}, \quad \frac{\delta R}{\gamma R}.$$

Si nous multiplions ces trois fractions entre elles, le produit serait une fraction dont les deux termes se composeraient chacun de deux facteurs, et ne nous donnerait aucun résultat utilisable; mais nous pouvons toujours remplacer un enclenchement par sa réciproque, prendre par exemple $\frac{\gamma N}{\delta N}$ au lieu de $\frac{\delta R}{\gamma R}$, et alors nous aurons à combiner, à composer si l'on veut, les trois enclenchements :

$$\frac{\alpha R}{\beta R} \quad \frac{\beta R}{\gamma N} \quad \frac{\gamma N}{\delta N}.$$

Si nous multiplions ces trois fractions entre elles, nous obtiendrons, après suppression des termes communs au numérateur et au dénominateur du produit :

$$\frac{\alpha R}{\beta R} \times \frac{\beta R}{\gamma N} \times \frac{\gamma N}{\delta N} = \frac{\alpha R \times \beta R \times \gamma N}{\beta R \times \gamma N \times \delta N} = \frac{\alpha R}{\delta N}.$$

Nos trois enclenchements composés entre eux donnent donc un nouvel enclenchement indirect $\frac{\alpha R}{\delta N}$, qui représente une liaison absolument réelle entre les leviers α et δ . Il nous reste à justifier la légitimité de ce résultat.

Si α renversé exige que β soit renversé, entraîne forcément, si l'on veut, β renversé (1^{er} enclenchement); si βR entraîne γN (2^e enclenchement), il en résulte évidemment que l'on ne peut avoir αR sans γN , d'où un premier enclenchement indirect entre les leviers α et γ , obtenu en multipliant les deux fractions qui expriment symboliquement les deux enclenchements qui lui donnent naissance, ce qui donne :

$$\frac{\alpha R}{\beta R} \times \frac{\beta R}{\gamma N} = \frac{\alpha R}{\gamma N},$$

αR entraînant indirectement γN , comme γN entraîne d'autre part δN (3^e enclenchement), il en résulte par voie

de combinaison un nouvel enclenchement indirect en multipliant entre elles les fractions $\frac{\alpha R}{\gamma N}$ et $\frac{\gamma N}{\varepsilon N}$, ce qui donne :

$$\frac{\alpha R}{\gamma N} \times \frac{\gamma N}{\varepsilon N} = \frac{\alpha R}{\varepsilon N}.$$

On voit que l'enclenchement indirect $\frac{\alpha R}{\varepsilon N}$ résulte bien de la multiplication des trois fractions : $\frac{\alpha R}{\beta R}$, $\frac{\beta R}{\gamma N}$, $\frac{\gamma N}{\varepsilon N}$, qui représentent les trois enclenchements réalisés.

Si nous combinons entre eux de la même manière les réciproques $\frac{\beta N}{\alpha N}$, $\frac{\gamma R}{\beta N}$, $\frac{\varepsilon R}{\gamma R}$, nous aurons, après suppression des termes communs au numérateur et au dénominateur du produit, $\frac{\beta N}{\alpha N} \times \frac{\gamma R}{\beta N} \times \frac{\varepsilon R}{\gamma R} = \frac{\varepsilon R}{\alpha N}$, c'est-à-dire l'enclenchement réciproque de l'enclenchement indirect ci-dessus trouvé : $\frac{\alpha R}{\varepsilon N}$.

On voit, d'après ce qui précède, qu'en combinant, pour en tirer les conséquences qu'ils comportent, deux enclenchements directs (ce qui veut dire pour nous deux enclenchements matériellement réalisés, par exemple, dans notre système type d'appareils, au moyen de trous ou ouvertures pratiquées dans les barres d'enclenchement et de verrous portés par les tringles d'enclenchement), on peut en déduire, dans certains cas, un troisième enclenchement que nous appellerons indirect, mais qui n'existe pas moins, qu'en combinant ce troisième enclenchement avec un autre enclenchement direct, ou même un autre enclenchement indirect, on peut en obtenir un quatrième qui n'existera pas moins réellement que les autres, et ainsi de suite. On est donc conduit à chercher une méthode d'étude qui permette d'établir

sûrement et sans exception toutes les conséquences des enclenchements directement réalisés, c'est-à-dire d'obtenir tous les enclenchements indirects qui en découlent. Cette méthode sera exposée dans la seconde partie de la présente étude.

15. — Revenons maintenant à la *fig. 2* qui représente, au moyen des appareils du système Vignier qui nous servent de type, la réalisation des enclenchements binaires simples seuls envisagés jusqu'ici.

On voit sur cette figure que chaque verrou ne peut s'engager que dans un trou unique des barres d'enclenchement, et il est bien entendu que ce trou n'a, abstraction d'un léger jeu, que les dimensions strictement nécessaires pour recevoir le verrou, de sorte que, ce dernier étant engagé dans le trou de la barre d'enclenchement, cette barre et son levier de manœuvre peuvent en fait être regardés comme immobilisés.

Supposons maintenant que dans une barre d'enclenchement il y ait deux trous espacés, de centre à centre, d'une longueur égale à la course de la barre, et placés de telle sorte que l'un de ces trous vienne se présenter devant un verrou, quand la barre est dans sa position normale, et que l'autre trou vienne se présenter devant le même verrou, quand la barre est dans sa position renversée.

Quelle que soit la position normale ou renversée de cette barre et de son levier de manœuvre, le verrou considéré pourra toujours être engagé et immobiliser la barre et son levier, comme le représente la *fig. 5*.

Avec ces dispositions, les quatre combinaisons que l'on peut former en prenant deux leviers, α et β par exemple,

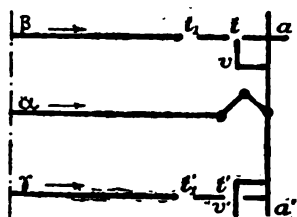


FIG. 5.

dans l'une ou l'autre de leurs positions, sont toutes possibles; aucune n'est exclue, et pourtant il n'y en a pas moins un véritable enclenchement, ainsi que nous allons l'expliquer.

Considérons d'abord les deux leviers, ou, ce qui revient au même, les deux barres d'enclenchement α et β . Si β est normal, on pourra renverser α , le verrou v porté par la tringle qui mène la barre α , s'engagera dans le trou t de la barre β qu'il trouvera en face de lui. Si β est renversé, le trou t_1 est venu en face du verrou v , qui pourra s'y engager, lorsqu'on renversera α . On peut donc renverser α , que β soit normal ou renversé, et α étant renversé immobilisera β , soit dans sa position normale, soit dans sa position renversée, c'est ce qu'on exprime en disant que αR enclenche β normal et β renversé, et ce que l'on représente par la formule symbolique :

$$\frac{\alpha R}{\beta N \text{ et } \beta R}$$

La figure précédente montre clairement, que si l'on veut faire passer β de l'une à l'autre de ses positions extrêmes, il faut que le verrou v soit retiré et que par conséquent α soit normal; elle montre de plus que, pendant que la barre β passera de l'une à l'autre de ses positions extrêmes, le verrou v n'ayant en face de lui dans la barre β aucun trou où il puisse s'engager, α sera immobilisé dans sa position normale, ce qu'on exprime en disant que β pendant sa course enclenche α normal, et ce que l'on représente par la formule symbolique :

$$\frac{\beta \text{ pendant sa course}}{\alpha N},$$

que l'on peut regarder comme la réciproque de l'enclenchement précédent.

Considérons maintenant les deux barres d'enclenchement α et γ .

Les appareils étant dans leur position normale, le verrou v' est engagé dans le trou t' de la barre γ et l'immobilise, ainsi que son levier de manœuvre. Si on renverse α , le verrou v' sera dégagé du trou t' ; on pourra ensuite renverser γ , et, comme alors le trou t'_1 se trouvera amené devant le verrou v' , on pourra ramener α normal, le verrou v' s'engageant dans le trou t'_1 et immobilisant γ dans sa position renversée. Donc αN immobilise γ soit dans sa position normale, soit dans sa position renversée, ce qu'on exprime en disant que α normal enclenche γ normal et γ renversé, et ce que l'on représente par la formule symbolique :

$$\frac{\alpha N}{\gamma N \text{ et } \gamma R}.$$

La figure précédente montre nettement que, pour que l'on puisse faire passer γ de l'une à l'autre de ses positions extrêmes, il faut que le verrou v' soit retiré et que par suite α soit renversé; elle montre de plus que, pendant le mouvement de la barre γ , de l'une à l'autre de ses positions extrêmes, le verrou v' n'ayant en face de lui, dans la barre γ , aucun trou où il puisse s'engager, α sera immobilisé dans sa position renversée, ce qu'on exprime en disant que γ pendant sa course enclenche α renversé, et ce que l'on représente par la formule symbolique :

$$\frac{\gamma \text{ pendant sa course}}{\alpha R},$$

formule que l'on peut regarder comme exprimant la réciproque de l'enclenchement précédent.

16. — Les enclenchements que nous venons d'examiner dans le paragraphe 15 sont appelés enclenchements binaires doubles. Ils sont binaires parce qu'ils sont établis

entre deux leviers seulement ; ils sont doubles, parce que l'un des leviers immobilise, enclenche l'autre dans ses deux positions extrêmes. Le premier levier ne peut d'ailleurs être placé dans la position où il enclenche le second levier qu'autant que le second levier est dans l'une de ses positions extrêmes, sa position normale ou sa position renversée.

Les enclenchements binaires doubles sont usités surtout pour assurer l'immobilisation de certaines aiguilles, des aiguilles de bifurcation notamment, dans l'une ou l'autre de leurs positions extrêmes. Le levier α est alors le levier enclencheur, et, suivant qu'on a choisi pour sa position normale la position correspondant au verrou retiré ou celle correspondant au verrou engagé, on obtient la disposition représentée par la *fig. 5* soit pour les leviers α et β , soit pour les leviers α et γ .

Mais, dans ce cas, au lieu d'enclencher les deux leviers α et β ou α et γ dans le poste, il est préférable, pour bien assujettir les lames de l'aiguille, de reporter à cette aiguille même le verrou que manœuvre le levier α et la barre d'enclenchement β ou γ qui porte les trous dans lesquels le verrou pourra s'engager. C'est la barre de connexion des lames de l'aiguille qui devient alors la barre d'enclenchement, et elle présente deux trous dans lesquels un verrou manœuvré à distance par le levier α peut s'engager, pour bien immobiliser l'aiguille dans l'une et l'autre de ses positions et assurer le contact de l'une de ses lames avec le rail voisin.

ENCLENCHEMENTS TERNAIRES.

17. — Nous n'avons jusqu'ici étudié que les enclenchements que l'on réalise entre deux leviers seulement et que pour cette raison nous avons appelés binaires, simples

ou doubles, ainsi qu'il a été expliqué. Mais on conçoit et on emploie des enclenchements entre un plus grand nombre de leviers; ces enclenchements seront ternaires, quaternaires, etc., suivant qu'ils établiront des liaisons entre 3, 4, etc., leviers.

Nous avons déjà dit que, dans les postes d'enclenchement, les enclenchements binaires sont toujours de beaucoup les plus nombreux; on rencontre en outre des enclenchements entre un plus grand nombre de leviers; mais ils sont d'autant moins nombreux qu'ils intéressent plus de leviers.

18. — Nous en tenant pour le moment aux enclenchements ternaires, considérons trois leviers α , β et γ qui peuvent chacun occuper deux positions, la position normale et la position renversée; les positions de ces leviers combinées trois à trois peuvent, si les leviers sont entièrement libres, donner lieu aux 8 combinaisons qu'indique le tableau suivant:

NUMEROS des COMBINAISONS	α	β	γ
1	N	N	N
2	N	N	R
3	N	R	N
4	N	R	R
5	R	N	N
6	R	N	R
7	R	R	N
8	R	R	R

Nous admettrons, conformément à ce qui a été dit plus haut, que la première combinaison (αN , βN , γN) est toujours possible, c'est-à-dire que les positions normales des trois leviers ont été, par convention, choisies de telle sorte qu'elles soient compatibles entre elles, autrement dit que les trois leviers puissent s'y trouver simultanément placés.

En outre, il devra être entendu, ainsi qu'il a été déjà dit, que jusqu'à indication contraire, la position normale de chaque levier sera sa position droite et que, par conséquent, dans nos croquis, la barre d'enclenchement est à fond de course du côté gauche.

La combinaison (αN , βN , γN) étant toujours possible, les sept autres combinaisons peuvent être regardées comme se réduisant aux trois suivantes :

1° Un des leviers est renversé, et les deux autres sont normaux ;

2° Deux des leviers sont renversés, et le troisième est normal ;

3° Les trois leviers sont renversés.

Les enclenchements ternaires peuvent être réalisés, dans le système Vignier qui nous sert de type, en conjuguant deux des trois barres, β et γ par exemple, au moyen d'un balancier menant une barre auxiliaire d'enclenchement, ainsi que l'indique la *fig. 6*.

Les enclenchements obtenus en conjuguant ensemble deux barres, menant par un balancier une barre auxiliaire percée de trous, constituent ce que nous appellerons les enclenchements de la première série.

Nous étudierons ensuite une deuxième série d'enclenchements obtenus en conjuguant ensemble, au moyen d'un balancier, deux barres qui mènent une tringle munie d'un verrou.

Les barres d'enclenchement mm' , nn' , menées par les deux leviers β et γ (*fig. 6*), sont articulées, avec le jeu

nécessaire, aux extrémités du balancier $m'n'$, lequel mène, par son milieu, une barre d'enclenchement auxiliaire ll' , articulée au balancier et maintenue parallèle aux deux barres mm' et nn' .

Le levier α mène par l'intermédiaire de la barre d'enclenchement à laquelle il est relié, et au moyen d'un retour d'équerre, une tringle d'enclenchement aa' portant

un verrou v qui peut s'engager dans des trous pratiqués dans la barre auxiliaire ll' .

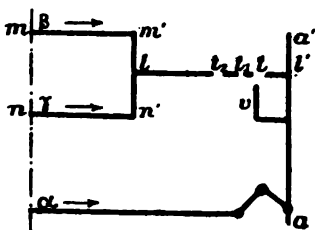


FIG. 6.

Un point quelconque de cette barre auxiliaire pourra occuper trois positions, suivant que les deux leviers β et γ seront normaux, que l'un d'eux seulement sera renversé, ou qu'ils le seront tous les deux. D'une manière générale, il n'y aura donc à établir de trous dans la barre ll' qu'aux trois points t, t_1, t_2 , de cette barre, qui peuvent venir se placer en face du verrou v , chacun de ces trous étant séparé, de centre à centre, du trou voisin par une distance égale à la moitié de la course d'une barre d'enclenchement principale. On reconnaît, en effet, facilement que, lorsqu'on renverse seulement le levier β , la barre mm' articulée à ce levier fait une course entière de gauche à droite, mais que la barre auxiliaire ll' ne fait qu'une demi-course.

Si le verrou ne pouvait occuper sur la tringle d'enclenchement aa' que la position indiquée par la *fig. 6*, on voit qu'il ne serait jamais engagé qu'autant que le levier α serait renversé ; mais on peut lui donner la position inverse v' indiquée dans la *fig. 7* ; alors il ne sera engagé que lorsque α sera normal, et il sera dégagé quand α sera renversé.

Il y aura lieu, en outre, de considérer les cas où deux

des trous l , l_1 , l_2 , sont réunis par des ouvertures allongées permettant à la barre auxiliaire ll' , et par suite aux leviers β et γ , certains mouvements, sans que l'on ait à retirer le verrou, s'il est engagé dans cette ouverture; mais il doit être bien entendu qu'on ne doit jamais manœuvrer qu'un seul levier à la fois.

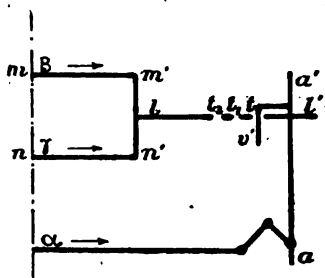


FIG. 7.

Nous aurons à examiner les différents cas d'enclenchements que l'on peut résoudre au moyen des dispositions ci-dessus indiquées, et on voit qu'ils peuvent constituer deux groupes, suivant que le verrou que porte la tringle d'enclenchement aa' est placé sur cette tringle dans la position v qu'indique la *fig. 6* ou dans la position v' qu'indique la *fig. 7*.

19. — Nous ferons connaître, au fur et à mesure que l'occasion s'en présentera, certains termes qui servent à désigner les enclenchements entre plusieurs leviers, autrement dit les diverses formes sous lesquelles on peut les présenter ou les énoncer; mais, dès à présent, il est utile de définir les enclenchements que l'on appelle conditionnels.

Il peut arriver que certains leviers γ , δ , ε , etc., s'enclenchent, c'est-à-dire aient leurs positions dépendantes les unes des autres, quand d'autres leviers α , β , etc., occupent des positions déterminées, et que, lorsqu'un ou plusieurs de ces derniers leviers occupent une position inverse, les leviers γ , δ , ε , ne s'enclenchent plus, autrement dit qu'il n'y ait aucune dépendance entre leurs positions. Tels sont les enclenchements que l'on nomme *conditionnels*.

Prenons un exemple : si α est normal, β et γ pourront

s'enclencher entre eux, c'est-à-dire être reliés, par exemple, par la relation $\frac{\beta R}{\gamma N}$ ou $\frac{\beta R}{\gamma R}$; mais ces derniers enclenchements entre β et γ , qui, dans l'espèce, sont des enclenchements de forme binaire simple, disparaissent quand α est renversé, et alors les leviers β et γ deviennent complètement indépendants l'un de l'autre; c'est ce qu'on représente comme suit, en écrivant à la fois chaque enclenchement et sa réciproque :

$$\text{Si } \alpha N : \frac{\beta R}{\gamma N}, \text{ et réciproquement } \frac{\gamma R}{\beta N}.$$

Si α est renversé, β et γ ne s'enclenchent plus, ce qu'on exprime symboliquement par la formule $\beta = \gamma$.

On écrirait de même :

$$\text{Si } \alpha N : \frac{\beta R}{\gamma R}, \text{ et réciproquement } \frac{\gamma N}{\beta N}.$$

$$\text{Si } \alpha R : \beta = \gamma.$$

Il arrive parfois, comme on le verra, qu'un enclenchement conditionnel, au lieu de disparaître entièrement avec la condition à laquelle il est subordonné, se transforme, quand cette condition cesse d'être remplie, en un enclenchement binaire double; on pourrait appeler ces sortes d'enclenchements, sur lesquels il serait peu clair d'insister davantage pour le moment, des enclenchements incomplètement conditionnels, ou des enclenchements conditionnels incomplets.

Première série. — Premier groupe.

20. — Les enclenchements que nous comprenons dans ce premier groupe correspondent aux dispositions indiquées sur la *fig.* 6 et ont pour caractère commun que le verrou v , porté par la tringle d'enclenchement que mène

le levier α , ne peut être engagé dans un trou de la barre auxiliaire d'enclenchement ll' qu'autant que α est renversé.

Il résulte de là que, si α est normal, β et γ ne s'enclenchent pas ($\beta = \gamma$) ou, autrement dit, que les combinaisons où α est normal, c'est-à-dire les quatre premières combinaisons ci-dessus indiquées, sont toujours possibles, qu'enfin il ne peut y avoir de combinaisons exclues que parmi les quatre dernières, où α est supposé renversé.

Or, dans ces conditions, nous avons plusieurs cas à considérer, suivant que la barre auxiliaire ll' porte un, deux ou trois trous susceptibles de venir se placer en face du verrou v , sans compter les cas où deux de ces trous sont réunis l'un à l'autre par une ouverture allongée et continue; nous devons nous rappeler que, dans tous les cas du premier groupe, il ne peut y avoir de combinaisons exclues que parmi les quatre suivantes :

5 ^e combinaison :	$\alpha R,$	$\beta N,$	γN
6 ^e —	$\alpha R,$	$\beta N,$	γR
7 ^e —	$\alpha R,$	$\beta R,$	γN
8 ^e —	$\alpha R,$	$\beta R,$	$\gamma R.$

21. *Premier cas.* — La barre auxiliaire d'enclenchement ll' ne porte que le trou t , qui se place en face du verrou v quand β et γ sont normaux (fig. 8).

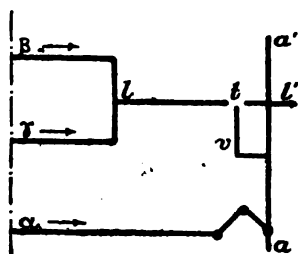


FIG. 8.

Des quatre combinaisons où l'on a αR , une seule est possible, les trois autres sont exclues, savoir :

$\alpha R,$	$\beta N,$	γR
$\alpha R,$	$\beta R,$	γN
$\alpha R,$	$\beta R,$	$\gamma R.$

L'enclenchement obtenu peut être représenté par la

formule

$$\frac{\alpha R}{\beta N \text{ et } \gamma N}, \text{ et réciproquement } \frac{\beta R \text{ ou } \gamma R}{\alpha N}.$$

Mais il équivaut, en réalité, aux deux enclenchements binaires simples

$$\frac{\alpha R}{\beta N} \quad \text{et} \quad \frac{\alpha R}{\gamma N},$$

dont les réciproques sont respectivement :

$$\frac{\beta R}{\alpha N} \quad \text{et} \quad \frac{\gamma R}{\alpha N}.$$

Ces deux enclenchements binaires simples pourraient être réalisés isolément, sans balancier, sans barre d'enclenchement auxiliaire, et sans addition de nouveau levier, ainsi que l'indique la *fig. 9*, en plaçant sur la tringle *aa'* deux verrous *v* et *v'* pouvant s'engager dans des trous *t* et *t'* des barres d'enclenchement β et γ , quand ces barres sont dans leurs positions normales.

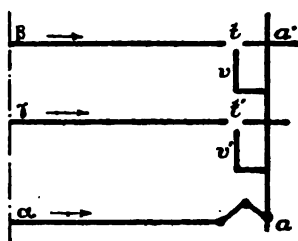


FIG. 9.

Ce premier cas d'enclenchement ternaire n'est donc guère

à retenir, puisqu'il ne fournit pas de combinaison qu'on ne puisse obtenir, sans addition de leviers, par des enclenchements binaires simples ordinares.

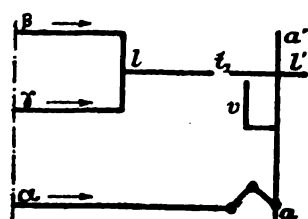


FIG. 10.

22. *Deuxième cas.* — La barre auxiliaire d'enclenchement *ll'* ne porte que le trou *t₁*, qui se place en face du verrou *v*, quand la barre *ll'* a avancé d'une demi-course

vers la droite, ce qui a lieu quand on a renversé l'un des deux leviers β et γ , mais l'un d'eux seulement (*fig. 10*).

392 ÉTUDE SUR LES ENCLENCHEMENTS ENTRE LEVIERS

C'est seulement, en effet, dans les conditions qui viennent d'être indiquées que α peut être renversé, et, par conséquent, sur les quatre combinaisons que l'on peut faire avec αR , deux sont exclues, savoir :

$$\begin{array}{l} \alpha R, \beta N, \gamma N \\ \alpha R, \beta R, \gamma R. \end{array}$$

Ce qui revient aux deux enclenchements ternaires suivants :

$$\begin{array}{ll} 1^\circ & \frac{\alpha R}{\beta R \text{ ou } \gamma R}, \text{ et réciproquement } \frac{\beta N \text{ et } \gamma N}{\alpha N}; \\ 2^\circ & \frac{\alpha R}{\beta N \text{ ou } \gamma N}, \text{ et réciproquement } \frac{\beta R \text{ et } \gamma R}{\alpha N}. \end{array}$$

Les deux formules symboliques représentant les enclenchements expriment les conditions que doivent remplir les positions de β et de γ , pour que l'on puisse renverser α ; elles expriment également, ainsi qu'on le reconnaît d'ailleurs par l'examen de la *fig. 10*, que αR immobilise les leviers β et γ dans les positions indiquées au dénominateur de la fraction, puisqu'il est entendu qu'on ne doit jamais manœuvrer qu'un seul levier à la fois.

On pourrait remarquer encore que les dispositions considérées réalisent l'enclenchement :

$$\begin{array}{l} \text{Si } \alpha R : \frac{\beta R}{\gamma N}, \text{ et réciproquement } \frac{\gamma R}{\beta N}; \\ \text{Si } \alpha N : \beta = \gamma; \end{array}$$

mais il faut remarquer que l'on ne pourrait passer de la combinaison

$$\alpha R, \quad \beta R, \quad \gamma N,$$

à la combinaison

$$\alpha R, \quad \beta N, \quad \gamma R,$$

qu'en retirant le verrou v , c'est-à-dire en ramenant α normal; que d'ailleurs on ne peut pas établir directement

la condition αR , en partant de la position initiale où tous les leviers sont normaux, puisque, pour l'obtenir, il faut avoir d'abord renversé l'un des deux leviers 6 et 7. Ce n'est pas tout.

P. VICQ-DUNOD & C^o, Éditeurs, 49, quai des Grands-Augustins, Paris.

2

AGENDA DUNOD MINES

ET MÉTALLURGIE

Pour 1898

Usage des Ingénieurs, Contrôleurs des Mines, Maîtres mineurs, Maîtres de forges, Directeurs et Contremaîtres d'usines métallurgiques.

Élégant carnet de poche, 1 fr. 50; par la poste, 1 fr. 75.

EXTRAIT DE LA TABLE DES MATIÈRES

CHIFFRES NUMÉRIQUES : Circonférences, surfaces, carrés, cubes et racines des nombres de 1 à 120, logarithmes et valeurs diverses.

CHIFFRES PHYSIQUES : Échelles thermométriques, densités, coefficients de dilatation de la vapeur d'eau, points de fusion et d'ébullition. — TABLEAU DES MONNAIES.

MANUEL PRATIQUE DE L'EXPLOITATION DES MINES : GÉOLOGIE ET MINÉRAUX. — TRAVAUX D'EXPLOITATION ET DE RECHERCHES. — TRAVAUX D'ABATAGE. — ASSÈCHEMENT. — FONÇAGE DES Puits en terrains inconsistants et aquifères. — TRANSPORT A L'INTÉRIEUR DES MINES. — EXTRACTION DES PRODUITS. — ÉLEVAGE DES OUVRIERS. — ASSÈCHEMENT DES TRAVAUX. — VENTILATION ET ÉCLAIRAGE DES MINES. — EXPLOITATION PROPREMENT DITE. — LÈVÉ DE PLAN.

MÉTALLURGIE : AGENTS MÉTALLURGIQUES. — APPAREILS MÉTALLURGIQUES. — RÉDUCTION DES COMBUSTIBLES ARTIFICIELS. — FABRICATION DE LA FONTE, DU FER ET DE L'ACIER.

ÉVALUATION DES RICHESSES MINÉRALES ET MÉTALLURGIQUES. — PRIX DES MINÉRAUX D'ENTRÉE SUR LES COMBUSTIBLES ET LES MÉTAUX. — ORGANISATION ET RÉGLEMENTATION DU TRAVAIL. — Législation.

Agenda. — Papier blanc et quadrillé. — Pochette intérieure.

392 ÉTUDE SUR LES ENCLENCHEMENTS ENTRE LEVIERS

C'est seulement, en effet, dans les conditions qui viennent d'être indiquées que α peut être renversé, et, par conséquent, sur les quatre combinaisons que l'on peut faire avec αR , deux sont exclues, savoir :

adresse.
la quantité et les numéros demandés.
tableau ci-contre pour les prix.

(SIGNATURE)

A _____ le _____ 189 .

soit ci-joint en un mandat poste.

ant la somme de (3)

recevoir les Agendas suivants : (2)

sousigné, (1)

BULLETIN DE DEMANDE

WICQ-DUMOD & C^{ie}, Éditeurs, 49, quai des Grands-Augustins, Paris.

la condition αR , en partant de la position initiale où tous les leviers sont normaux, puisque, pour l'obtenir, il faut avoir d'abord renversé l'un des deux leviers β et γ . Ce n'est pas là un véritable enclenchement conditionnel; tel

3	—	.....	4	»	4 75	6	—	.....	7 75
2	—	.....	3 75	3 25	3 25	5	—	.....	6 50
1 Agenda.....	1 50	1 75	4 Agendas.....	5 25	5 25	4	Agendas.....	5 25	5 25
PRIS à la LIBRAIRIE	PAR LA POSTE	PRIS à la LIBRAIRIE	PRIS à la LIBRAIRIE	PAR LA POSTE	PRIS à la LIBRAIRIE	PRIS à la LIBRAIRIE	PAR LA POSTE	PRIS à la LIBRAIRIE	PAR LA POSTE

suivants :
 de plusieurs Agendas du même numéro, nous ferons la
 Pour faciliter l'acquisition de la collection de nos six Agendas
 d'une pochette intérieure.
 calendrier pour notes journalières, de papier blanc et qu'on
 format portatif, solidement cartonnés toile pleine, munis
 pratique de renseignements généraux et usuels. Ils sont
 chacun de nos Agendas constitue, dans sa spécialité, un
 Comme on le verra plus loin, par l'extrait des tables des
 modeste de 1 fr. 50.
 des Travaux publics et de l'Industrie, à titre de publicité,
 qui obtient tant de succès depuis 1878, est offerte à notre
 N° 1. Construction.
 N° 2. Mines.
 N° 3. Mécanique.
 N° 4. Chimie.
 N° 5. Télégraphes.
 N° 6. Chemins de fer.

La publication annuelle, soigneusement revue dans toutes les parties, de nos Agendas

Nouveau cartonnage en toile anglaise, très solide.

— 1898 —

A 1 fr. 50; par la poste, 1 fr. 75.

AGENDAS DUNO

P. VICO-DUNOD & Co, Éditeurs, 49, quai des Grands-Augustins, Paris.

392 ÉTUDE SUR LES ENCLENCHEMENTS ENTRE LEVIERS

C'est seulement, en effet, dans les conditions qui viennent d'être indiquées que α peut être renversé, et, par conséquent, sur les quatre combinaisons que l'on peut faire avec αR , deux sont exclues, savoir :

P. VICO-DUNOD & C^{ie}, Éditeurs, 49, quai des Grands-Augustins, Paris

N^o 1

AGENDA DUNOD CONSTRUCTIF

Pour 1898

A l'usage des Ingénieurs, Architectes, Agents voyers, Conducteurs, Entrepreneurs

Élégant carnet de poche, 1 fr. 50; par la poste, 1 fr. 75.

EXTRAIT DE LA TABLE DES MATIÈRES

Poids et diamètre des monnaies. — Anciennes mesures françaises. — Progressions. — Logarithmes. — Arrangements et combinaisons. — Formule du binôme de Newton. — Formules d'intérêts. — Table d'intérêts composés.

Formules de géométrie, arcs, surfaces, volumes : Volume d'un tas quelconque de terre coniques. — Polygones réguliers. — Formules trigonométriques.

Table qui donne les nombres de 1 à 1,000, leurs carrés et leurs cubes, leurs racines carrées, leurs racines cubiques, la longueur et la surface des circonférences construites sur ces nombres construits. — Transformation des pentes métriques en degrés d'inclinaison. — Transformation des degrés d'inclinaison en pentes métriques. — Racines carrées et cubiques de quelques fractions. — Racines et puissances du nombre π . — Table des logarithmes des 999 premiers nombres entiers. — Table des sinus naturels de degré en degré sexagésimal. — Table des tangentes et cotangentes naturelles de degré en degré sexagésimal. — Table pour la construction par points d'une circonférence, d'un arc de cercle, d'une ellipse. — Table des abscisses et ordonnées successives d'une demi-circonférence. — Table de la longueur des arcs de cercle, évaluée en parties du rayon, lequel est pris pour unité. — Table des segments de cercle en parties de la surface du cercle et de leurs flèches en parties du cercle. — Table de segments circulaires donnés par le rapport de la flèche à la corde. — Table donnant la flèche pour une corde et un rayon donnés. — Tableau des périmètres d'une ellipse dont le grand axe est représenté par 100. — Table des mesures et monnaies.

Données physiques : Densités des gaz par rapport à l'air. — Densités des vapeurs par rapport à l'air. — Densités des liquides par rapport à l'eau prise à 4°. — Densité des solides. — Coefficients de dilatation. — Tension de la vapeur d'eau. — Points de fusion. — Points d'ébullition. — Géologie.

Formules de résistance. — Résistance des diverses poutres. — Centres de gravité. — Centres d'inertie. — Table des charges que peuvent supporter les fers doubles T du commerce. — Poids des matériaux répartis que peuvent supporter les fers à T travaillant à 6 kilog. par millimètre carré de section. — Formules de la chute des corps et du pendule. — Coefficients de frottement pendant le mouvement. — Pression des vents par mètre carré. — Résistance des métaux et des bois. — Résistance des cordages. — Évaluation de la puissance des machines à vapeur.

Hydraulique : Puissance d'une chute. — Rendement des moteurs. — Écoulement de l'eau par une ouverture. — Vitesse due à une hauteur h de chute, d'après la formule $v = \sqrt{2gh}$. — Vitesses de l'eau affluant les divers terrains. — Mouvement de l'eau dans les tuyaux. — Quantité d'eau par seconde. — Prix des conduites en fonte. — Météorologie. — Évaporation.

Renseignements usuels sur l'entretien et la construction des routes, ponts, chemins de fer, etc. — Détails pratiques sur les constructions civiles, terrassements, maçonneries, matériaux, etc. — Irrigations, navigation, ports de mer.

Prix courants divers à Paris. — Clauses et conditions générales imposées aux entrepreneurs.

Agenda. — Papier blanc et quadrillé. — Pochette intérieure.

la condition αR , en partant de la position initiale où tous les leviers sont normaux, puisque, pour l'obtenir, il faut avoir d'abord renversé l'un des deux leviers β et γ . Ce n'est pas là un véritable enclenchement conditionnel, tel

TÉLÉPHONE
147-92

P. VICO-DUNOD ET C^{ie}, ÉDITEURS

LIBRAIRES DES PONTS ET CHAUSSEES, DES MINES, DES CHEMINS DE FER
ET DE L'INDUSTRIE
49, Quai des Grands-Augustins, 49. — PARIS

TÉLÉPHONE
147-92

SUPPLÉMENT AU CATALOGUE DE JANVIER 1897

Ouvrages édités ou déposés à la Librairie depuis cette date

LE NOUVEAU CATALOGUE COMPLET DE NOVEMBRE 1897 EST ENVOYÉ GRATUITEMENT SUR DEMANDE

FOURNITURE DE TOUTS LES LIVRES FRANÇAIS ET ÉTRANGERS

Facilités de paiement. Escompte au comptant. Recouvrements à domicile.

TRAVAUX PUBLICS

Agenda Dunod pour 1898. — N° 1. Construction. Joli carnet de poche, cartonné, 1 fr. 50; par la poste. 1 fr. 75

Distributions d'eau. — Egouts, par A. DEBAUVE, ingénieur en chef des ponts et chaussées. Deux forts volumes gr. in-8° avec figures et un atlas de 43 planches in-4°. 50 fr.

Le nouvel ouvrage de M. DEBAUVE est le plus complet et le plus intéressant qui ait paru en France sur ces questions.

C'est seulement, en effet, dans les conditions qui viennent d'être indiquées que α peut être renversé, et, par conséquent, sur les quatre combinaisons que l'on peut faire avec α et β , deux sont exclues, savoir :

— 4 —

Les dynamos : Principes, description, installation, conduite, entretien, dérangements, par J.-A. MONTELLIER, rédacteur en chef de *l'Electricien*. Grand in-8° avec 303 figures, cartonné. 16 fr.

Ce livre est le premier d'une série que nous ferons paraître sous le titre de *Bibliothèque pratique de l'électricité*. Rédigé à un point de vue essentiellement pratique et ne comportant pas les nombreux développements mathématiques qui forment généralement la majeure partie des livres parus sur cette question, il constitue un guide complet pouvant être lu facilement par tous ceux qui construisent, emploient et conduisent des dynamos.

La traction électrique à prise de courant aérienne : Généralités. — Equipements des véhicules. — Installations fixes, par C. WALCKENBERG, ingénieur des mines. Grand in-8° avec 137 figures et 2 planches. 3 fr.

Les voitures électriques avec supplément aux voitures à pétrole et note sur les moteurs à acétylène et à alcool, par L. LOCKERT, ingénieur. In-16 avec 85 figures. 2 fr. 50

Les ascenseurs : Ascenseurs hydrauliques, à air comprimé, à gaz et électriques, par G. DUMONT et G. BAIGNÈRES, ingénieurs. Gr. in-8° avec 70 fig. 5 fr.

Les engins de manutention : Applications de l'électricité. — Grues. — wagons. — Monte-charge. — Cabestan. — Chariot transbordeur. 7 fr. 50

Engins divers, par G. DUMONT et G. BAIGNÈRES, ingénieurs. Gr. in-8°, 59 fig. 7 fr. 75
Agenda Dunod pour 1893 — N° 5. **Télégraphes, postes, électricité**. Joli carnet de poche, cartonné, 1 fr 50; par la poste. 1 fr. 75

CHIMIE, INDUSTRIES CHIMIQUES

Agenda Dunod pour 1893. — N° 4. **Chimie**. Joli carnet de poche, 1 fr. 75

la condition αR , en partant de la position initiale où tous les leviers sont normaux, puisque, pour l'obtenir, il faut avoir d'abord renversé l'un des deux leviers β et γ . Ce n'est pas là un véritable enclenchement conditionnel, tel que nous en montrerons tout à

Le premier volume paraîtra fin novembre.

Le verre et le cristal, par J. HENRIEAUX, directeur de la manufacture de glaces de Saint-Gobain. Nouvelle édition, revue et considérablement augmentée. Notation atomique.

A. RICHE, membre de l'Académie de médecine. Grand in-8° avec 383 figures et un atlas de 36 planches.

L'historique, l'examen des progrès considérables réalisés, l'étude des diverses applications nouvelles, la réglementation du travail et l'hygiène de la verrerie forment autant de chapitres plus complet qui existo sur cette intéressante industrie.

Le carbure de calcium et l'acétylène. — **Les fours électriques**, par C. DE PENROU, ingénieur des arts et manufactures. Préface de Henri Moissan, membre de l'Institut. Grand in-16 avec 77 figures 7 fr.

L'étude complète de M. de Penrou, sa compétence reconnue sur cette matière, nous permettent de recommander ce livre aux industriels et particuliers qui s'intéressent à la fabrication du carbure de calcium et à l'éclairage par le gaz acétylène.

Chimie vivante. — Application rigoureuse des deux lois générales de l'action chimique, par E.-J. MAUMENÉ, docteur des sciences, ancien professeur. Gr. in-8° 5 fr.

Les rayons Röntgen, par Colson, capitaine du génie, répétiteur à l'École polytechnique. Une brochure in-8° 1 fr.

ENTREPRISE E. FLAMMARION, 26, RUE BACINE, PARIS.

C'est seulement, en effet, dans les conditions qui viennent d'être indiquées que α peut être renversé, et, par conséquent, sur les quatre combinaisons que l'on peut faire avec α et R , deux sont exclues, savoir :

En résumé, une étude soignée, approfondie, de toutes les questions relatives à l'hydraulique agricole, et de toutes les questions relatives à la direction et de la surveillance des travaux hydrauliques et des eaux dans les villes, sont exposés avec détails.

L'ouvrage se termine par un aperçu de la législation des eaux, par un type de devis et par les tables numériques nécessaires au calcul de tous les éléments des distributions d'eau et des égouts.

Ainsi se présente-t-il comme indispensable à tous les ingénieurs et hommes de l'art chargés de la direction et de la surveillance des travaux hydrauliques et des eaux dans les villes, grandes et petites.

Hydraulique agricole, 2^e partie : Généralités. — Établissement des canaux d'irrigations. — Prises d'eau. — Ouvrages d'art. — Barrages-réservoirs. — Lacs-réservoirs. — Appareils élévatoires. — Canaux secondaires et rigoles d'arrosage. — Étude d'un réseau de distribution. — Utilisation des eaux. — Concession et administration des canaux d'irrigations. — Annexes, par P. LEVY-SALVADOR, sous-chef du service technique de la Direction de l'Hydraulique agricole. Grand in-16 avec nombreuses figures et planches. 15 fr.

Belle reliure en mouton souple.

Les travaux de l'aqueduc et du parc agricole d'Achéres :
 Dispositions générales. — Usines élévatoires. — Traversées de la Seine. — Aqueduc principal. — Conduites et galeries. — Parc agricole d'Achéres. — Conclusions, par MM. BECHMANN et LAUNAY, ingénieurs en chef des ponts et chaussées. Grand in-8° avec figures et 10 planches. 6 fr.

la condition αR , en partant de la position initiale où tous les leviers sont normaux, puisque, pour l'obtenir, il faut avoir d'abord renversé l'un des deux leviers β et γ . Ce n'est pas là un véritable enclenchement conditionnel, tel qu'on l'entend et tel que nous en montrerons tout à l'heure la réalisation, dans lequel, α étant maintenu renversé, on peut passer de la relation $\frac{\beta R}{\gamma N}$ à la relation réciproque $\frac{\gamma R}{\beta N}$.

On peut envisager autrement l'enclenchement qui résulte des dispositions du deuxième cas que nous examinons, en l'énonçant comme suit :

α est dégagé de sa position normale par β renversé ou par γ renversé.

Ce qui veut dire que l'on ne peut renverser α qu'après avoir renversé β ou γ , mais l'un d'eux seulement.

C'est le cas d'un signal carré normalement à l'arrêt, muni de deux leviers de manœuvre β et γ , que l'on peut ouvrir en renversant l'un ou l'autre de ses leviers, ledit carré précédé d'un disque normalement à l'arrêt et que l'on ouvre en renversant le levier α . L'enclenchement a pour but d'obliger à ouvrir le signal carré par l'un des deux leviers β et γ , avant que l'on puisse ouvrir le disque au moyen de son levier α ; mais si, après avoir ouvert le signal carré au moyen d'un levier β , qui correspond à un itinéraire déterminé pour un train survenant, on voulait obtenir l'ouverture du même signal par son levier γ qui correspond à un autre itinéraire, on voit, en examinant la figure précédente, qu'il faudrait d'abord retirer le verrou v , par suite ramener α normal et refermer le disque, puis ramener aussi β normal, par conséquent refermer le signal carré, après quoi seulement on pourrait rouvrir ce signal en renversant le levier γ , puis le disque en renversant le levier α .

De cette façon le signal carré ne se trouverait jamais à l'arrêt sans que le disque qui le précède y soit lui-même placé, condition essentielle pour la sécurité.

23. *Troisième cas.* — La barre auxiliaire d'enclenchement ll' ne porte que le trou t_2 , qui se place devant le verrou v , quand la barre ll' a fait une course entière vers la droite, ce qui arrive quand on a renversé les deux leviers β et γ .

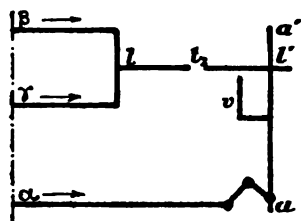


FIG. 11.

Il résulte de ces dispositions, indiquées dans la fig. 11, que des quatre combinaisons que l'on peut faire avec αR une

seule est possible; les trois autres sont exclues, savoir :

$$\begin{array}{lll} \alpha R, & \beta N, & \gamma N \\ \alpha R, & \beta N, & \gamma R \\ \alpha R, & \beta R, & \gamma N. \end{array}$$

Puisqu'on ne peut renverser α qu'après avoir renversé β et γ , cet enclenchement ternaire peut être représenté par la formule symbolique

$$\frac{\alpha R}{\beta R \text{ et } \gamma R}, \quad \text{et réciproquement} \quad \frac{\beta N \text{ ou } \gamma N}{\alpha N};$$

mais il revient en réalité à deux enclenchements binaires simples

$$\frac{\alpha R}{\beta R} \quad \text{et} \quad \frac{\alpha R}{\gamma R},$$

dont les réciproques sont respectivement

$$\frac{\beta N}{\alpha N} \quad \text{et} \quad \frac{\gamma N}{\alpha N},$$

qui peuvent être obtenus sans conjugaison des leviers β

et γ , c'est-à-dire sans emploi de balancier et sans addition de leviers, ainsi que l'indique la *fig. 12*.

Donc le cas que nous examinons, tout comme le premier, n'est guère à retenir parmi les enclenchements ternaires, puisqu'il peut être réalisé par des enclenchements binaires simples.

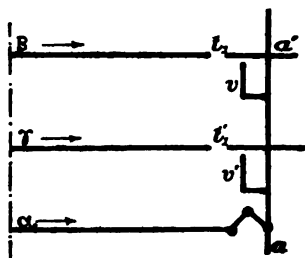


FIG. 12.

24. — Nous avons maintenant à examiner les enclenchements que l'on peut obtenir quand la barre auxiliaire d'enclenchement ll' présente plusieurs trous pouvant venir se placer devant le verrou v que porte la tringle d'enclenchement menée par le levier α .

25. *Quatrième cas.* — La barre auxiliaire d'enclenchement ll' présente deux trous t et t_1 , dont le premier se place en face du verrou v , quand β et γ sont normaux, et le second prend la même position, quand l'un seulement de ces leviers a été renversé et que, par suite, la barre ll' a avancé d'une demi-course vers la droite (*fig. 13*).

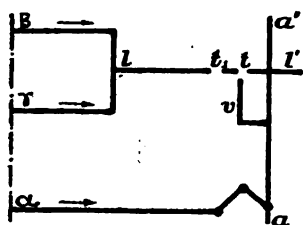


FIG. 13.

Des quatre combinaisons que l'on peut faire avec αR , la suivante : αR , βR , γR , est seule exclue.

On peut représenter l'enclenchement qui correspond aux dispositions considérées par la formule symbolique

$$\frac{\alpha R}{\beta N \text{ ou } \gamma N}, \text{ et réciproquement } \frac{\beta R \text{ et } \gamma R}{\alpha N}.$$

S'il reste trois combinaisons possibles avec αR , il convient de remarquer que l'on ne pourrait passer de l'une à

l'autre sans retirer le verrou r , c'est-à-dire sans ramener α normal. Les dispositions examinées ne donnent, par suite, aucun enclenchement conditionnel proprement dit, mais elles donnent les enclenchements conditionnels incomplets que représentent les formules suivantes :

$$\text{Si } \gamma R : \frac{\alpha R}{\beta N}, \quad \text{et réciproquement } \frac{\beta R}{\alpha N};$$

$$\text{Si } \beta R : \frac{\alpha R}{\gamma N}, \quad \text{et réciproquement } \frac{\gamma R}{\alpha N};$$

et, lorsque les conditions précédentes disparaissent, les enclenchements que nous venons d'indiquer se transforment dans les suivants :

$$\text{Si } \gamma N : \frac{\alpha R}{\beta N \text{ et } \beta R}; \quad \text{Si } \beta N : \frac{\alpha R}{\gamma N \text{ et } \gamma R},$$

c'est-à-dire des enclenchements de la forme binaire double conditionnelle, dont la réciproque commune peut s'écrire

$$\frac{\beta \text{ et } \gamma \text{ pendant la course}}{\alpha N}.$$

Le dispositif examiné donne encore l'enclenchement :

$$\text{Si } \alpha R : \frac{\beta R}{\gamma N}, \quad \text{et réciproquement } \frac{\gamma R}{\beta N}; \quad \text{et Si } \alpha N : \beta = \gamma;$$

mais ce n'est pas encore un enclenchement conditionnel proprement dit, puisqu'on ne peut pas passer directement

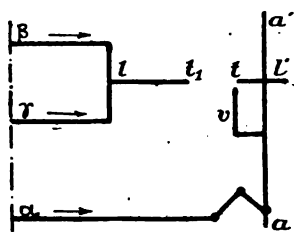


FIG. 14.

de $\frac{\beta R}{\gamma N}$ à $\frac{\gamma R}{\beta N}$ sans retirer momentanément le verrou v .

26. Cinquième cas. — Les deux trous t et t_1 du cas précédent sont réunis par une ouverture continue dans laquelle le verrou v peut rester engagé pendant que l'on renverse l'un des deux leviers β et γ (fig. 14).

Des quatre combinaisons que l'on peut faire avec αR une seule est exclue, savoir :

$$\alpha R, \quad \beta R, \quad \gamma R,$$

comme dans le cas précédent ; mais on peut passer de l'une à l'autre des trois autres combinaisons

$$\begin{array}{ccc} \alpha R, & \beta N, & \gamma N, \\ \alpha R, & \beta N, & \gamma R, \\ \alpha R, & \beta R, & \gamma N, \end{array}$$

sans avoir à retirer le verrou v de l'ouverture u , et, par conséquent, sans avoir à ramener α normal, ce qui montre qu'on ne définit pas complètement un enclenchement en indiquant seulement les combinaisons qu'il rend impossibles, puisque, dans le cas que nous examinons, comme dans le précédent, la combinaison exclue est

$$\alpha R, \quad \beta R, \quad \gamma R.$$

L'enclenchement obtenu peut être représenté, comme dans le quatrième cas, par la formule symbolique

$$\frac{\alpha R}{\beta N \text{ ou } \gamma N} \quad \text{et réciproquement} \quad \frac{\beta R \text{ et } \gamma R}{\alpha N}.$$

Mais ici, comme on vient de le dire, on peut passer de l'une à l'autre des trois combinaisons où α est renversé et que n'exclut pas cette formule, sans être obligé de retirer le verrou v . La différence entre les deux cas apparaît d'ailleurs nettement quand on considère les enclenchements sous la forme conditionnelle : on a bien encore les relations

$$\begin{array}{ll} \text{Si } \gamma R : \frac{\alpha R}{\beta N}, & \text{et réciproquement } \frac{\beta R}{\alpha N}; \\ \text{Si } \beta R : \frac{\alpha R}{\gamma N}, & \text{et réciproquement } \frac{\gamma R}{\alpha N}. \end{array}$$

Mais, si γ est normal, α et β ne s'enclenchent plus, ce

qui s'écrit

$$\text{Si } \gamma N : \alpha = \beta.$$

De même, si β est normal, α et γ ne s'enclenchent plus, ce qui s'écrit

$$\text{Si } \beta N : \alpha = \gamma;$$

tandis que, dans le cas précédent, il restait un enclenchement de forme binaire double entre α et β , quand γ était normal, et aussi un enclenchement de même nature entre α et γ , quand β était normal.

Le dispositif du cas examiné donne d'ailleurs aussi l'enclenchement conditionnel proprement dit

$$\text{Si } \alpha R : \frac{\beta R}{\gamma N}, \quad \text{et réciproquement } \frac{\gamma R}{\beta N},$$

et

$$\text{Si } \alpha N : \beta = \gamma.$$

Enfin nous croyons devoir faire remarquer que les enclenchements conditionnels précédents sont la conséquence l'un de l'autre, attendu que tous expriment que les trois leviers ne peuvent être renversés en même temps. ce qui résulte de ce que la combinaison $\alpha R, \beta R, \gamma R$ est exclue.

27. Sixième cas. — La barre auxiliaire d'enclenchement ll' présente deux trous t_1 et t_2 , dont le premier vient se placer en face d'un verrou v , quand l'un seulement des leviers β et γ est renversé, et le second prend la même position, quand ces deux leviers sont à la fois renversés (fig. 15).

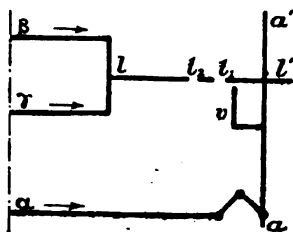


FIG. 15.

Dans ce cas, des quatre combinaisons que l'on peut

faire avec αR , la suivante seule est exclue :

$$\alpha R, \quad \beta N, \quad \gamma N.$$

Cet enclenchement peut se représenter par la formule symbolique

$$\frac{\alpha R}{\beta R \text{ ou } \gamma R}, \quad \text{et réciproquement} \quad \frac{\beta N \text{ et } \gamma N}{\alpha N}.$$

Il faut remarquer que, s'il reste avec αR , trois combinaisons possibles

$$\begin{array}{ccc} \alpha R, & \beta N, & \gamma R, \\ \alpha R, & \beta R, & \gamma N, \\ \alpha R, & \beta R, & \gamma R; \end{array}$$

on ne peut passer de l'une à l'autre sans retirer le verrou v , c'est-à-dire sans ramener α normal. Les dispositions examinées ne donnent aucun enclenchement conditionnel proprement dit, mais elles donnent les enclenchements conditionnels incomplets suivants :

$$\begin{array}{l} \text{Si } \gamma N : \frac{\alpha R}{\beta R}, \quad \text{et réciproquement} \quad \frac{\beta N}{\alpha N}; \\ \text{Si } \beta N : \frac{\alpha R}{\gamma R}, \quad \text{et réciproquement} \quad \frac{\gamma N}{\alpha N}; \end{array}$$

auxquels correspondent, quand les conditions précédentes cessent d'être remplies, les enclenchements ternaires de forme binaire double conditionnelle :

$$\text{Si } \gamma R : \frac{\alpha R}{\beta N \text{ et } \beta R}; \quad \text{Si } \beta R : \frac{\alpha R}{\gamma N \text{ et } \gamma R},$$

dont la réciproque commune peut s'écrire

$$\frac{\beta \text{ et } \gamma \text{ pendant leur course}}{\alpha N}.$$

28. Septième cas. — Les deux trous t_1 et t_2 du cas précédent sont réunis par une ouverture continue dans

laquelle le verrou v peut rester engagé, pendant que, l'un des leviers β et γ étant déjà renversé, on renverse l'autre (fig. 16).

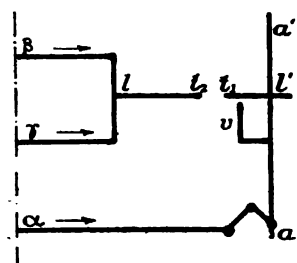


FIG. 16.

Des quatre combinaisons que l'on peut faire avec α renversé, la suivante :

$$\alpha R, \quad \beta N, \quad \gamma N,$$

sera seule exclue, comme dans le cas précédent ; mais ici on pourra passer de l'une à l'autre

des trois autres combinaisons

$$\begin{array}{lll} \alpha R, & \beta N, & \gamma R \\ \alpha R, & \beta R, & \gamma N \\ \alpha R, & \beta R, & \gamma R, \end{array}$$

sans avoir à retirer le verrou v de l'ouverture $l_1 l_2$, et sans avoir à ramener α normal.

La seule combinaison exclue étant

$$\alpha R, \quad \beta N, \quad \gamma N,$$

l'enclenchement obtenu peut être représenté, comme dans le cas précédent, par la formule symbolique

$$\frac{\alpha R}{\beta R \text{ ou } \gamma R}, \quad \text{et réciproquement} \quad \frac{\beta N \text{ et } \gamma N}{\alpha N}.$$

La différence avec le cas précédent est, comme nous venons de le dire, que l'on pourra passer de l'une à l'autre des combinaisons où α est renversé et que n'exclut pas cette formule, sans être obligé de retirer le verrou v . Cette différence apparaît encore quand on considère les enclenchements sous la forme conditionnelle ; on a bien

encore les relations :

$$\text{Si } \gamma N : \frac{\beta N}{\alpha N}, \quad \text{et réciproquement } \frac{\alpha R}{\beta R},$$

$$\text{Si } \beta N : \frac{\gamma N}{\alpha N}, \quad \text{et réciproquement } \frac{\alpha R}{\gamma R};$$

mais, si γ est renversé, α et β ne s'enclenchent plus, ce qui s'écrit :

$$\text{Si } \gamma R : \alpha = \beta.$$

De même, si β est renversé, α et γ ne s'enclenchent plus, ce qui s'écrit :

$$\text{Si } \beta R : \alpha = \gamma,$$

tandis que, dans le cas précédent, il restait un enclenchement de la forme binaire double entre α et β , quand γ était renversé, et un enclenchement de même nature entre β et γ , quand β était renversé.

Les deux enclenchements conditionnels qui précèdent sont d'ailleurs la conséquence l'un de l'autre, attendu qu'ils expriment en réalité que α ne peut être renversé, sans que l'un au moins des deux leviers β et γ soit lui-même renversé.

29. *Huitième cas.* — La barre auxiliaire d'enclenchement ll' présente deux trous t et t_2 , dont le premier vient se placer en face du verrou v quand les deux leviers β et γ sont normaux, et le second quand ces deux leviers sont renversés (fig. 17).

Sur les quatre combinaisons que l'on peut faire avec α renversé, les deux suivantes seules sont exclues

$$\begin{array}{ccc} \alpha R, & \beta N, & \gamma R \\ \alpha R, & \beta R, & \gamma N, \end{array}$$

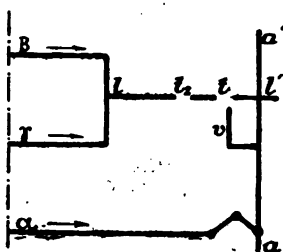


FIG. 17.

ce qui revient à dire qu'on ne peut renverser α quand, des deux leviers β et γ , l'un est normal et l'autre renversé; on a donc les deux enclenchements ternaires

$$\frac{\alpha R}{\beta N \text{ et } \gamma N}, \quad \text{et réciproquement} \quad \frac{\beta R \text{ ou } \gamma R}{\alpha N},$$

et

$$\frac{\alpha R}{\beta R \text{ et } \gamma R}, \quad \text{et réciproquement} \quad \frac{\beta N \text{ ou } \gamma N}{\alpha N}.$$

Il n'y a pas à examiner le cas où les deux trous t et t_1 , dont la distance est égale à une course entière de la barre auxiliaire ll' seraient réunis par une ouverture continue, car alors il n'y aurait plus aucun enclenchement entre les trois leviers α , β et γ .

30. *Neuvième cas.* — La barre auxiliaire d'enclenchement porte à la fois les trois trous t , t_1 et t_2 qui viennent se placer respectivement en face du verrou v , quand les deux leviers β et γ sont normaux, quand l'un d'eux seulement est renversé et quand ils sont renversés tous les deux (fig. 18).

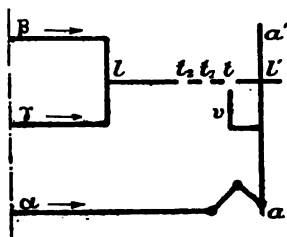


FIG. 18.

Ici les quatre combinaisons que l'on peut faire avec αR sont toutes possibles; il est bien entendu que toutes les combinaisons qui comportent αN sont aussi toutes possibles, de

sorte qu'aucune combinaison n'est interdite; mais on ne peut passer de l'une des combinaisons où α est renversé à l'une quelconque des trois autres, sans retirer le verrou v , c'est-à-dire sans ramener α normal; on a par suite les deux enclenchements binaires doubles

$$\frac{\alpha R}{\beta N \text{ et } \beta R},$$

$$\frac{\alpha R}{\gamma N \text{ et } \gamma R},$$

dont la réciproque peut s'écrire

$$\frac{\beta \text{ et } \gamma \text{ pendant leur course}}{\alpha N}.$$

Mais ces enclenchements binaires doubles ne peuvent être envisagés comme ayant aucun caractère conditionnel, contrairement à ce qui se présente dans les quatrième et sixième cas, attendu qu'ils existent séparément dans toutes les circonstances, d'une part entre α et β , et d'autre part entre α et γ ; aussi pourraient-ils être réalisés directement sans emploi de balancier et addition de levier au moyen du dispositif de la fig. 19.

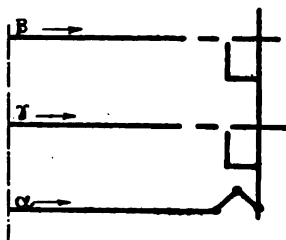


FIG. 19.

31. Dixième cas. — Les deux trous t et t_1 du cas précédent sont réunis par une ouverture continue dans

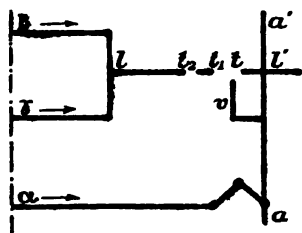


FIG. 20.

laquelle le verrou v peut rester engagé pendant que l'on renverse l'un des deux leviers β et γ , l'autre restant normal (fig. 20).

Les quatre combinaisons que l'on peut faire avec αR sont encore possibles; mais, de plus, l'un des leviers β et γ étant

normal, on peut renverser l'autre sans retirer le verrou v , s'il est engagé, c'est-à-dire si α est renversé.

Nous avons ici les mêmes enclenchements binaires doubles que dans le cas précédent; mais ils prennent un caractère conditionnel et peuvent être représentés comme suit:

$$\begin{aligned} 1^\circ \text{ Si } \gamma R : \frac{\alpha R}{\beta N \text{ et } \beta R}, \text{ et réciproquement } \frac{\beta \text{ pendant sa course}}{\alpha N}; \\ \text{Si } \gamma N : \alpha = \beta; \end{aligned}$$

- 2° Si $\beta R : \frac{\alpha R}{\gamma N \text{ et } \gamma R}$, et réciproquement $\frac{\gamma \text{ pendant sa course}}{\alpha N}$;
 Si $\beta N : \alpha = \gamma$.

32. Onzième cas. — Les deux trous t_1 et t_2 du neuvième cas sont réunis par une ouverture continue, dans laquelle le verrou v peut rester engagé lorsque, l'un des leviers β et γ étant déjà renversé, on renverse le second (fig. 21).

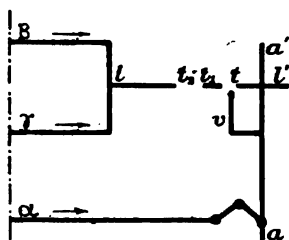


FIG. 21.

Dans ce cas encore, les quatre combinaisons que l'on peut faire avec αR sont possibles, et, de plus, si l'un des leviers β et γ est déjà renversé,

on peut renverser l'autre, sans retirer le verrou v , s'il est engagé, c'est-à-dire si α est renversé.

Nous avons encore ici les mêmes enclenchements binaires doubles que dans les neuvième et dixième cas; mais ils prennent, comme dans le dixième cas, un caractère conditionnel et peuvent être représentés comme suit :

- 1° Si $\gamma N : \frac{\alpha R}{\beta N \text{ ou } \beta R}$, et réciproquement $\frac{\beta \text{ pendant sa course}}{\alpha N}$;
 Si $\gamma R : \alpha = \beta$;
 2° Si $\beta N : \frac{\alpha R}{\gamma N \text{ ou } \gamma R}$, et réciproquement $\frac{\gamma \text{ pendant sa course}}{\alpha N}$;
 Si $\beta R : \alpha = \gamma$.

Nous avons déjà dit qu'il n'y avait pas à envisager le cas où les deux trous t et t_2 seraient réunis par une ouverture continue, puisqu'alors il n'y aurait plus aucun enclenchement entre les trois leviers α , β et γ .

Première série. — Deuxième groupe.

33. — Ainsi que nous l'avons précédemment indiqué, § 18, les enclenchements de ce second groupe sont ceux où le verrou v' porté par la tringle aa' , et que mène le levier α , est toujours engagé dans un trou de la barre auxiliaire ll' , quand α est normal, et dégagé quand α est renversé (voir *fig. 7*).

Les quatre combinaisons que l'on peut faire avec αR sont toujours possibles ; autrement dit, si α est renversé, β et γ ne s'enclenchent pas. Il ne peut donc y avoir de combinaisons exclues que parmi celles où α est normal, par conséquent parmi les quatre combinaisons ci-après :

$\alpha N,$	$\beta N,$	γN
$\alpha N,$	$\beta N,$	γR
$\alpha N,$	$\beta R,$	γN
$\alpha N,$	$\beta R,$	$\gamma R.$

Nous admettons que la première de ces quatre combinaisons est toujours possible, et qu'en conséquence la barre auxiliaire ll' porte toujours un trou t , qui se trouve en face du verrou v' , quand β et γ sont normaux, et dans lequel ce verrou sera engagé, si α est normal.

En dehors du trou t dont il vient d'être parlé, la barre auxiliaire peut en présenter deux autres, t_1 et t_2 , venant respectivement se placer devant le verrou v , selon que l'un des deux leviers β et γ seulement est renversé, ou que ces deux leviers sont renversés à la fois (voir la *fig. 7*).

Selon que l'un ou l'autre des trous t_1 et t_2 existeront ou n'existeront pas, nous aurons différents cas d'enclenchement que nous allons passer en revue.

34. *Premier cas. — La barre d'enclenchement auxi-*

liaire l' ne porte que le trou t dans lequel le verrou v' peut s'engager quand β et γ sont normaux.

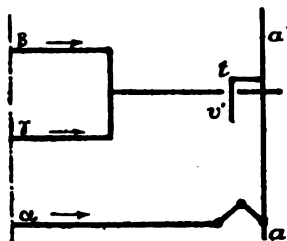


FIG. 22.

Cet enclenchement est représenté par le dispositif qu'indique la fig. 22.

Des quatre combinaisons que l'on peut faire avec αN , la suivante :

$$\alpha N, \quad \beta N, \quad \gamma N,$$

est seule possible ; sont au contraire exclues les combinaisons ci-après :

$$\begin{array}{lll} \alpha N, & \beta N, & \gamma R, \\ \alpha N, & \beta R, & \gamma N, \\ \alpha N, & \beta R, & \gamma R. \end{array}$$

L'enclenchement ternaire considéré peut être représenté par la formule symbolique

$$\frac{\alpha N}{\beta N \text{ et } \gamma N}, \quad \text{et réciproquement} \quad \frac{\beta R \text{ ou } \gamma R}{\alpha R}.$$

Il équivaut en réalité aux deux enclenchements binaires simples

$$\begin{array}{ll} 1^\circ \frac{\alpha N}{\beta N}, & \text{et réciproquement} \quad \frac{\beta R}{\alpha R}; \\ 2^\circ \frac{\alpha N}{\gamma N}, & \text{et réciproquement} \quad \frac{\gamma R}{\alpha R}. \end{array}$$

Il peut donc être réalisé sans emploi de balancier et de barre auxiliaire d'enclenchement et sans addition de levier nouveau, au moyen du dispositif indiqué par la fig. 23.

Ce cas n'est donc guère à compter parmi les enclen-

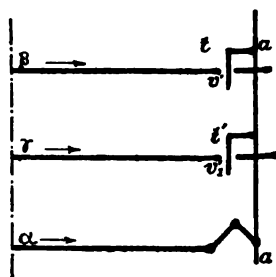


FIG. 23.

chements ternaires, puisqu'il peut être réalisé au moyen de deux enclenchements binaires simples.

35. *Deuxième cas.* — La barre auxiliaire d'enclenchement ll' porte, en outre du trou t , un second trou t_1 , qui vient se placer en face du verrou v' , quand l'un ou l'autre des leviers β et γ , mais l'un d'eux seulement, est renversé (fig. 24).

Des quatre combinaisons que l'on peut faire avec αN , il n'y a que la suivante :

$$\alpha N, \quad \beta R, \quad \gamma R,$$

qui soit exclue.

L'enclenchement considéré peut donc être représenté par la formule

$$\frac{\alpha N}{\beta N \text{ ou } \gamma N}, \quad \text{et réciproquement} \quad \frac{\beta R \text{ et } \gamma R}{\alpha R}.$$

Il équivaut aux deux enclenchements conditionnels incomplets suivants :

$$\text{Si } \gamma R : \frac{\alpha N}{\beta N}, \quad \text{et réciproquement} \quad \frac{\beta R}{\alpha R};$$

$$\text{Si } \beta R : \frac{\alpha N}{\gamma N}, \quad \text{et réciproquement} \quad \frac{\gamma R}{\alpha R}.$$

Ces enclenchements sont des enclenchements conditionnels incomplets, parce qu'ils ne disparaissent pas quand β ou γ sont normaux. En effet, on ne peut passer de l'une à l'autre des trois combinaisons qui restent possibles avec αN sans retirer le verrou v' , et par conséquent sans renverser α ; il reste, quand β ou γ sont normaux,

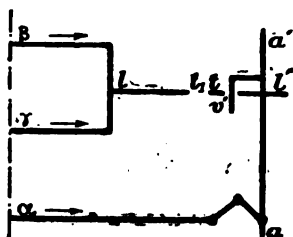


FIG. 24.

408 ÉTUDE SUR LES ENCLENCHEMENTS ENTRE LEVIERS
les deux enclenchements binaires doubles

$$\text{Si } \gamma N : \frac{\alpha N}{\beta N \text{ et } \beta R}; \quad \text{si } \beta N : \frac{\alpha N}{\gamma N \text{ et } \gamma R},$$

dont la réciproque commune peut s'écrire

$$\frac{\beta \text{ et } \gamma \text{ pendant leur course}}{\alpha R}.$$

36. *Troisième cas.* — Les deux trous t et t_1 du cas précédent sont réunis par une ouverture continue dans laquelle le verrou v' peut rester engagé quand on renverse l'un des deux leviers β et γ (fig. 25).

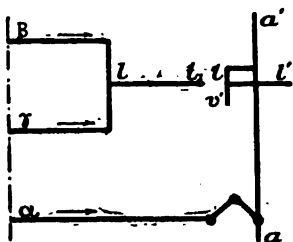


FIG. 25.

Des quatre combinaisons que l'on peut faire avec αN , la suivante :

$$\alpha N, \quad \beta R, \quad \gamma R,$$

est seule exclue, comme dans le cas précédent ; mais dans le cas actuel on peut passer de l'une à l'autre des trois combinaisons

$$\begin{array}{ccc} \alpha N, & \beta N, & \gamma N, \\ \alpha N, & \beta N, & \gamma R, \\ \alpha N, & \beta R, & \gamma N, \end{array}$$

sans avoir à retirer le verrou v' de l'ouverture tt_1 et, par conséquent, sans renverser α .

L'enclenchement obtenu peut être représenté, comme dans le cas précédent, par la formule

$$\frac{\alpha N}{\beta N \text{ ou } \gamma N}, \quad \text{et réciproquement} \quad \frac{\beta R \text{ et } \gamma R}{\alpha R}.$$

On peut exprimer les relations contenues dans cette

formule sous la forme conditionnelle :

$$\text{Si } \gamma R : \frac{\alpha N}{\beta N}, \quad \text{et réciproquement } \frac{\beta R}{\alpha R};$$

$$\text{Si } \beta R : \frac{\alpha N}{\gamma N}, \quad \text{et réciproquement } \frac{\gamma R}{\alpha R};$$

$$\text{Si } \gamma N : \alpha = \beta,$$

c'est-à-dire que α et β ne s'enclenchent plus ;

$$\text{Si } \beta N : \alpha = \beta,$$

c'est-à-dire que α et γ ne s'enclenchent plus.

Nous avons donc ici des enclenchements conditionnels proprement dits, tandis que, dans le cas précédent, il restait un enclenchement de forme binaire double entre α et β , quand γ est normal, et un enclenchement de même nature entre α et γ , quand β est normal.

Nous ferons remarquer encore que les deux enclenchements conditionnels précédents sont la conséquence l'un de l'autre, attendu qu'ils expriment l'un et l'autre que α , étant normal, β et γ ne peuvent être renversés en même temps, ce qui résulte de ce que la combinaison

$$\alpha N, \quad \beta R, \quad \gamma R,$$

est exclue.

Remarquons que les dispositions que nous examinons donnent aussi l'enclenchement conditionnel proprement dit :

$$\text{Si } \alpha N : \frac{\beta R}{\gamma N}, \quad \text{et réciproquement } \frac{\gamma R}{\beta N};$$

$$\text{Si } \alpha R : \beta = \gamma,$$

c'est-à-dire que β et γ ne s'enclenchent plus.

37. *Quatrième cas.* — La barre auxiliaire d'enclenchement ll' présente deux trous t et t_2 dont le premier vient se placer en face du verrou v' quand les deux leviers β et γ sont normaux, et le second quand ces deux leviers sont renversés (fig. 26).

Des quatre combinaisons que l'on peut faire avec αN , les deux suivantes sont seules exclues :

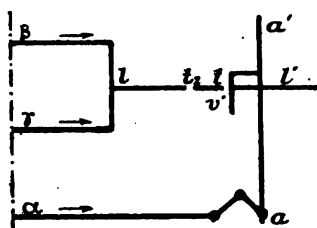


FIG. 26.

$$\begin{array}{ccc} \alpha N, & \beta N, & \gamma R, \\ \alpha N, & \beta R, & \gamma N, \end{array}$$

ce qui revient à dire que, α étant renversé, on ne peut le ramener normal, quand l'un des deux leviers β et γ est

normal et que l'autre est renversé ; on a donc les deux enclenchements ternaires

$$\frac{\alpha N}{\beta N \text{ et } \gamma N}, \quad \text{et réciproquement} \quad \frac{\beta R \text{ ou } \gamma R}{\alpha R},$$

et

$$\frac{\alpha N}{\beta R \text{ et } \gamma R}, \quad \text{et réciproquement} \quad \frac{\beta N \text{ ou } \gamma N}{\alpha R}.$$

Il n'y a pas lieu, d'ailleurs, d'examiner le cas où les deux trous t et t_2 , dont la distance est égale à la course de barre auxiliaire ll' , seraient réunis par une ouverture continue ; car alors il n'y aurait plus aucun enclenchement entre les leviers α , β et γ .

38. Cinquième cas. — La barre auxiliaire d'enclenchement ll' porte à la fois les trois trous t , t_1 et t_2 , qui viennent se placer respectivement en face du verrou v' , quand les deux leviers β et γ sont normaux, quand l'un d'eux seulement est renversé, et quand ils sont renversés tous les deux (fig. 27).

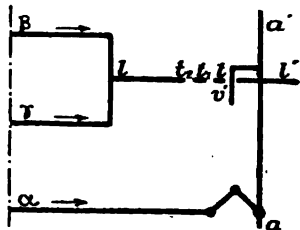


FIG. 27.

Les quatre combinaisons que l'on peut faire avec αN sont toutes possibles, et, comme les quatre combinaisons

que l'on peut faire avec αR le sont aussi, il en résulte qu'aucune combinaison n'est exclue ; mais on ne peut passer de l'une à l'autre des quatre combinaisons où α est normal, sans retirer le verrou v' , c'est-à-dire sans renverser α . On a, par suite, les deux enclenchements binaires doubles

$$\frac{\alpha N}{\beta N \text{ et } \beta R}; \quad \frac{\alpha N}{\gamma N \text{ et } \gamma R},$$

dont la réciproque commune peut s'écrire

$$\frac{\beta \text{ et } \gamma \text{ pendant leur course}}{\alpha R}.$$

Mais ces enclenchements binaires doubles ne peuvent être regardés comme ayant à aucun point de vue un caractère conditionnel, vu qu'ils existent séparément dans toutes les circonstances, d'une part entre α et β , et d'autre part entre α et γ . Ils peuvent d'ailleurs être réalisés directement sans emploi de balancier et sans addition de levier, au moyen du dispositif de la *fig. 28*.

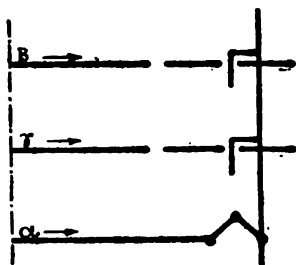


FIG. 28.

39. *Sixième cas.* — Les deux trous t et t_1 du cas précédent sont réunis par une ouverture continue dans laquelle le verrou v' peut rester engagé pendant que l'on renverse l'un des deux leviers β et γ , l'autre restant normal (*fig. 29*).

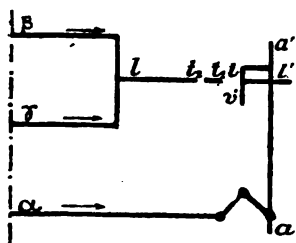


FIG. 29.

Les quatre combinaisons que l'on peut faire avec αN sont encore possibles ; mais, de plus, l'un des leviers β et γ étant normal, on peut renverser

l'autre sans retirer le verrou v' , c'est-à-dire sans être obligé de renverser α .

Nous avons ici les mêmes enclenchements binaires doubles que dans le cas précédent; mais ils prennent ici un caractère conditionnel et peuvent être représentés comme suit :

- 1° Si $\gamma R : \frac{\alpha N}{\beta N \text{ et } \beta R}$, et réciproquement $\frac{\beta \text{ pendant sa course}}{\alpha R}$;
 Si $\gamma N : \alpha = \beta$;
 2° Si $\beta R : \frac{\alpha N}{\gamma N \text{ et } \gamma R}$, et réciproquement $\frac{\gamma \text{ pendant sa course}}{\alpha R}$;
 Si $\beta N : \alpha = \gamma$.

40. *Septième cas.* — Les deux trous t_1 et t_2 du cinquième cas sont réunis par une ouverture continue, dans laquelle le verrou v' peut rester engagé, lorsque, l'un des leviers β et γ étant déjà renversé, on renverse l'autre (fig. 30.)

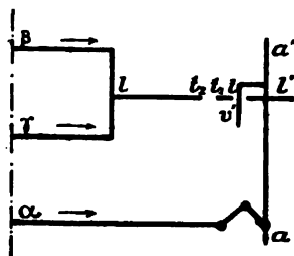


FIG. 30.

Dans ce cas encore, les quatre combinaisons que l'on peut faire avec αN sont possibles et, de plus, si l'un des leviers β et γ est déjà ren-

versé, on peut renverser l'autre sans retirer le verrou v' , c'est-à-dire sans renverser α .

Nous avons encore ici les mêmes enclenchements binaires doubles, qui prennent, comme dans le cas précédent, un caractère conditionnel et peuvent être représentés comme suit :

- 1° Si $\gamma N : \frac{\alpha N}{\beta N \text{ et } \beta R}$, et réciproquement $\frac{\beta \text{ pendant sa course}}{\alpha R}$;
 Si $\gamma R : \alpha = \beta$;
 2° Si $\beta N : \frac{\alpha N}{\gamma N \text{ et } \gamma R}$, et réciproquement $\frac{\gamma \text{ pendant sa course}}{\alpha R}$;
 Si $\beta R : \alpha = \gamma$.

Il n'y a pas à envisager, comme nous l'avons déjà dit, le cas où les deux trous t et t_2 sont réunis par une ouverture continue, puisqu'alors il n'y aurait plus aucun enclenchement entre les trois leviers α , β et γ .

Résumé des dispositifs de la première série.

41. — Essayons maintenant de grouper aussi méthodiquement que possible les dix-huit cas d'enclenchements ternaires que nous venons de décrire ; nous pouvons les répartir en quatre catégories.

La première catégorie comprendra les enclenchements qui rendent impossibles ou excluent trois des huit combinaisons que l'on peut imaginer entre les trois leviers α , β et γ ; ces enclenchements, au nombre de trois, sont ceux du premier et du troisième cas du premier groupe et du premier cas du second groupe. Ils peuvent, ainsi que nous l'avons montré, être réalisés par binaires simples, sans emploi de balancier et sans addition de nouveaux leviers ; ils ne sont donc pas, à vrai dire, à retenir ou à classer dans les enclenchements ternaires.

La deuxième catégorie sera formée des enclenchements qui excluent deux combinaisons, elle comprend trois cas : le deuxième et le huitième cas du premier groupe et le quatrième cas du second groupe. Ces trois enclenchements ternaires pourraient être résolus aussi, comme nous le montrerons, au moyen d'enclenchements binaires simples, sans emploi de balancier, mais en ajoutant un quatrième levier, c'est-à-dire en munissant l'un des appareils de deux leviers de manœuvre.

La troisième catégorie comprendra six cas, où une seule combinaison est exclue, savoir :

1° Trois cas représentant des enclenchements conditionnels incomplets, c'est-à-dire laissant subsister, quand la condition posée cesse d'être remplie, des enclenche-

ments binaires doubles ; ce sont les quatrième et sixième cas du premier groupe et le deuxième cas du second groupe ;

2° Trois cas représentant des enclenchements conditionnels proprement dits ou complets : ce sont les cinquième et septième cas du premier groupe, et le troisième cas du second groupe.

Nous rappelons que, pour nous, un enclenchement conditionnel ternaire complet doit présenter deux caractères.

En premier lieu, quand la position d'un des leviers, à laquelle est subordonné l'enclenchement des deux autres, cesse d'exister, tout enclenchement entre ces deux derniers leviers disparaît.

En second lieu, le levier dont une des positions détermine la condition de l'enclenchement des deux autres, doit toujours pouvoir être amené le premier dans cette position, en partant des positions normales des trois leviers, sans que l'on ait à manœuvrer préalablement aucun des deux autres, pour les placer dans les positions que l'enclenchement autorise.

La quatrième catégorie comprendra six cas où aucune combinaison n'est exclue, savoir :

1° Deux cas représentant chacun deux enclenchements binaires doubles : le neuvième cas du premier groupe et le cinquième cas du second groupe. Ces enclenchements, comme nous l'avons montré, peuvent être obtenus sans balancier et sans addition de nouveaux leviers.

Il n'y a donc guère lieu de retenir ces cas parmi les enclenchements ternaires ;

2° Quatre cas représentant des enclenchements de forme binaire double conditionnelle, savoir : les dixième et onzième cas du premier groupe, et les sixième et septième cas du second groupe.

Deuxième série. — Premier groupe.

42. — Jusqu'ici nous n'avons envisagé que des dispositions où les barres d'enclenchement sont seules conjuguées au moyen de balanciers ; on peut de même conjuguer deux tringles d'enclenchement au moyen d'un balancier, qui mène par son milieu une tringle **auxiliaire** d'enclenchement munie de verrous, **ainsi** que l'indique la *fig. 31*.

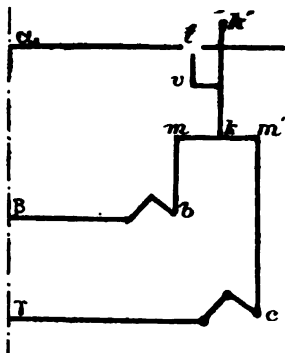


FIG. 31.

Ici les deux tringles d'enclenchement bm et cm' , respectivement conduites par les leviers β et γ , sont reliées entre elles par un balancier mm' ; celui-ci mène par son milieu une tringle auxiliaire kk' qui porte un verrou v susceptible d'enclencher la barre α .

On arriverait au même résultat en conjuguant, comme nous l'avons toujours supposé jusqu'ici, les deux barres d'enclenchement β et γ , au moyen du balancier mm' et en supposant que celui-ci mène, par le moyen d'une barre auxiliaire ll' et d'un renvoi d'équerre, une tringle auxiliaire kk' , laquelle porte un verrou v susceptible d'enclencher la barre α . C'est cette disposition représentée par la *fig. 32*, et d'ailleurs absolument équivalente à celle de la *fig. 31*, que nous supposerons réalisée dans ce qui suit.

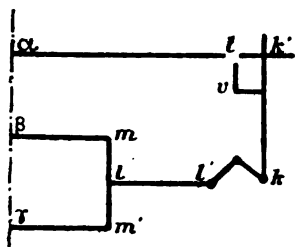


FIG. 32.

Lorsque l'on renverse l'un des leviers β et γ , la tringle kk' et le verrou v qu'elle porte font une demi-course; si l'on renverse les deux leviers β et γ à la fois, la tringle kk' et le verrou v font une course entière; il y a donc pour la tringle et pour le verrou trois positions d'arrêt.

Le verrou v , quand il est disposé comme dans les *fig.* 31 et 32, peut donc, suivant la position qu'on lui donne sur la tringle auxiliaire kk' , enclencher la barre α , c'est-à-dire s'engager dans le trou t , soit quand on renverse l'un des leviers β et γ , soit seulement quand on a renversé ces deux leviers. Dans ce dernier cas, la tringle kk' étant dans sa position normale, l'extrémité du verrou v doit se trouver à une distance de la barre d'enclenchement α au moins égale à la moitié de la course que peut faire le verrou.

Examinons ces différents cas, en nous occupant d'abord de ceux qui comportent la disposition du verrou indiquée sur les figures précédentes et qui formeront le premier groupe.

43. *Premier cas.* — La barre d'enclenchement α ne porte qu'un trou t , qui se trouve en face du verrou v quand α est normal, et le verrou v est placé sur la tringle auxiliaire kk' , de telle sorte qu'il suffise de renverser l'un seulement des leviers β et γ pour que ce verrou s'engage dans le trou t , si α est normal.

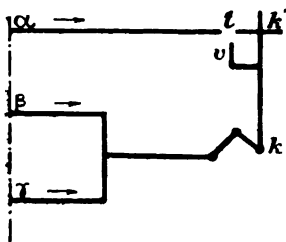


FIG. 33.

Ce cas est représenté par la *fig.* 33.

Il est évident que toutes les combinaisons où α est normal sont possibles. D'autre part, des quatre combinaisons où l'on aurait α renversé, une seule : αR , βN , γN , est possible. Il y a donc trois combinaisons

exclues, savoir :

$$\begin{array}{lll} \alpha R, & \beta N, & \gamma R, \\ \alpha R, & \beta R, & \gamma N, \\ \alpha R, & \beta R, & \gamma R, \end{array}$$

et, en effet, dès que l'un des leviers β et γ est renversé, le verrou v est engagé dans le trou t de la barre α , et on ne peut plus renverser α . Le cas examiné reproduit donc, avec un autre dispositif, le premier cas du premier groupe de la première série, et l'enclenchement obtenu revient encore aux deux enclenchements binaires simples

$$\frac{\alpha R}{\beta N} \quad \text{et} \quad \frac{\alpha R}{\gamma N},$$

dont les réciproques sont respectivement

$$\frac{\beta R}{\alpha N} \quad \text{et} \quad \frac{\gamma R}{\alpha N}.$$

Ce cas n'est donc guère à retenir parmi les enclenchements ternaires.

44. Deuxième cas. — Les dispositions sont les mêmes que dans le cas précédent, sauf que le verrou v est placé sur la tringle auxiliaire kk' de telle sorte qu'il ne puisse être engagé dans le trou t de la barre α que lorsque les deux leviers β et γ sont tous deux renversés (fig. 34).

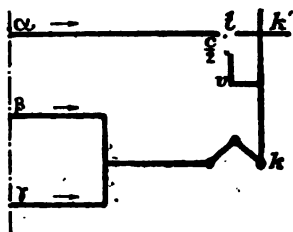


FIG. 34.

Dans ces conditions la pointe du verrou v se trouve à une distance de la barre α égale à une demi-course $\left(\frac{c}{2}\right)$ de la tringle auxiliaire kk' .

On reconnaît que les quatre combinaisons qui comprennent α normal sont toutes possibles, c'est-à-dire que, lorsque α est normal, β et γ ne s'enclenchent pas ($\beta = \gamma$);

418 ÉTUDE SUR LES ENCLENCHEMENTS ENTRE LEVIERS

que, d'autre part, des quatre combinaisons comportant α renversé, la suivante :

$$\alpha R, \quad \beta R, \quad \gamma R,$$

est seule exclue.

Cet enclenchement peut être représenté par la formule symbolique

$$\frac{\alpha R}{\beta N \text{ ou } \gamma N}, \text{ et réciproquement } \frac{\beta R \text{ et } \gamma R}{\alpha N}.$$

Il donne, d'autre part, les trois enclenchements conditionnels suivants :

$$\begin{aligned} 1^{\circ} \quad & \text{Si } \alpha R : \frac{\beta R}{\gamma N}, \text{ et réciproquement } \frac{\gamma R}{\beta N}, \\ & \text{et si } \alpha N : \beta = \gamma, \end{aligned}$$

c'est-à-dire que, α étant normal, β et γ ne s'enclenchent plus ;

$$\begin{aligned} 2^{\circ} \quad & \text{Si } \beta R : \frac{\alpha R}{\gamma N}, \text{ et réciproquement } \frac{\gamma R}{\alpha N}, \\ & \text{et si } \beta N : \alpha = \gamma ; \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} 3^{\circ} \quad & \text{Si } \gamma R : \frac{\alpha R}{\beta N}, \text{ et réciproquement } \frac{\beta R}{\alpha N}, \\ & \text{et si } \gamma N : \alpha = \beta. \end{aligned}$$

On voit que nous nous trouvons en présence d'une autre solution du cinquième cas du premier groupe de la première série.

45. *Troisième cas.* — La barre d'enclenchement α

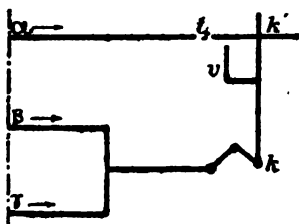


FIG. 35.

ne porte qu'un trou t_2 qui vient se placer en face du verrou v quand α est renversé, et le verrou v lui-même est placé sur la tringle auxiliaire kk' de telle sorte qu'il suffise de renverser l'un seulement des leviers β et γ pour que le verrou s'engage dans le trou t_2 , si α est renversé (fig. 35).

On voit immédiatement que toutes les combinaisons où α est renversé sont possibles entre β et γ , autrement dit que β et γ ne s'enclenchent pas ($\beta = \gamma$).

Ce cas peut être représenté par la formule symbolique

$$\frac{\alpha N}{\beta N \text{ et } \gamma N}, \text{ et réciproquement } \frac{\beta R \text{ ou } \gamma R}{\alpha R}.$$

Des quatre combinaisons où α serait normal, il n'y a de possible que la suivante

$$\alpha N, \quad \beta N, \quad \gamma N.$$

Car, α étant normal, on ne peut renverser ni β ni γ ; les trois combinaisons ci-après sont donc exclues :

$$\begin{array}{lll} \alpha N, & \beta R, & \gamma N, \\ \alpha N, & \beta N, & \gamma R, \\ \alpha N, & \beta R, & \gamma R. \end{array}$$

Le dispositif considéré reproduit donc, sous une autre forme, le premier cas du deuxième groupe de la première série et peut aussi se résoudre par les deux enclenchements binaires simples

$$\frac{\alpha N}{\beta N}, \text{ et réciproquement } \frac{\beta R}{\alpha R},$$

et

$$\frac{\alpha N}{\gamma N}, \text{ et réciproquement } \frac{\gamma R}{\alpha R}.$$

Ce cas n'est donc guère à retenir parmi les enclenchements ternaires.

46. *Quatrième cas.* — Les dispositions sont les mêmes que dans le cas précédent, sauf que le verrou v est placé sur la tringle auxiliaire kk' , de telle sorte qu'il ne puisse être engagé dans le trou t_2 de la barre α que lorsque les deux leviers β et γ sont tous deux renversés (fig. 36).

Dans ces conditions la pointe du verrou v se trouve à

une distance de la barre α égale à une demi-course de la tringle auxiliaire kk' .

On reconnaît facilement que les quatre combinaisons qui comprennent α renversé sont possibles; autrement dit, que, α étant renversé, β et γ ne s'enclenchent pas ($\beta = \gamma$), et que,

d'autre part, des quatre combinaisons qui comprennent α normal, il n'y a d'exclue que la suivante :

$\alpha N, \quad \beta R, \quad \gamma R.$

Cet enclenchement peut être représenté par la formule symbolique

$$\frac{\alpha N}{\beta N \text{ ou } \gamma N}, \text{ et réciproquement } \frac{\beta R \text{ et } \gamma R}{\alpha R}.$$

Il donne, d'autre part, les trois enclenchements conditionnels suivants :

- 1° Si $\alpha N : \frac{\beta R}{\gamma N}$, et réciproquement $\frac{\gamma R}{\beta N}$;
Si $\alpha R : \beta = \gamma$;
- 2° Si $\beta R : \frac{\alpha N}{\gamma N}$, et réciproquement $\frac{\gamma R}{\alpha R}$;
Si $\beta N : \alpha = \gamma$;
- 3° Si $\gamma R : \frac{\alpha N}{\beta N}$, et réciproquement $\frac{\beta R}{\alpha R}$;
Si $\gamma N : \alpha = \beta$.

Nous retrouverons donc, dans le cas examiné, un dispositif équivalent à celui du troisième cas du deuxième groupe de la première série.

Jusqu'ici, en ce qui concerne les dispositifs de la deuxième série, nous n'avons supposé qu'un seul trou :

ou t_2 dans la barre d'enclenchement α , ces trous venant se placer en face du verrou v , suivant que α est normal ou renversé ; on peut donc examiner les cas suivants, où les deux trous t et t_2 existeraient simultanément.

47. Cinquième cas. — La barre d'enclenchement α porte deux trous t et t_2 , qui viennent respectivement se placer en face du verrou v , suivant que le levier α est normal ou renversé. En outre, le verrou v s'engage dans l'un de ces trous et, par conséquent, enclenche la barre α , dès qu'un seul des leviers β et γ est renversé (fig. 37).

Les quatre combinaisons qui comprennent α renversé sont toutes possibles, et, comme il en est de même des quatre combinaisons qui comprennent

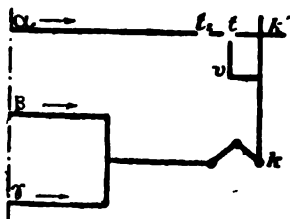


Fig. 37.

α normal, aucune des huit combinaisons que l'on peut faire avec les positions des trois leviers α , β et γ n'est exclue ; mais on ne peut passer de l'une des combinaisons où α est renversé à l'une quelconque des combinaisons où α est normal, sans retirer le verrou v , c'est-à-dire sans ramener α normal ; on a, par suite, les deux enclenchements binaires doubles

$$\frac{\beta R}{\alpha N \text{ et } \alpha R} ; \quad \frac{\gamma R}{\alpha N \text{ et } \alpha R} ,$$

dont les réciproques peuvent s'écrire

$$\frac{\alpha \text{ pendant sa course}}{\beta N \text{ et } \gamma N} .$$

Ces enclenchements binaires doubles pourraient d'ailleurs être réalisés directement sans emploi de balancier et sans addition de levier, au moyen du dispositif de la fig. 38.

Ce cas n'est donc guère à retenir parmi les enclenchements ternaires; il ne se rencontre pas dans la première série d'enclenchements étudiée précédemment, on peut le rapprocher du neuvième cas du premier groupe.

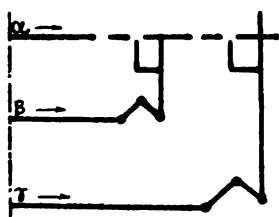


FIG. 38.

48. Sixième cas. — La barre d'enclenchement α porte encore les deux trous t_1 et t_2 placés comme dans le cas précédent, mais le verrou v ne peut s'en-

gager dans l'un de ces trous, et par conséquent enclencher la barre α , que lorsque les leviers β et γ sont tous deux renversés (fig. 39).

Toutes les combinaisons sont encore possibles, mais de plus les enclenchements binaires doubles du cas précédent deviennent conditionnels et peuvent s'écrire symboliquement :

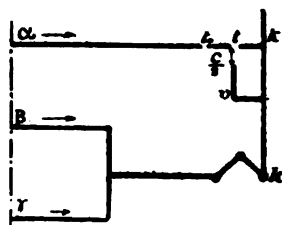


FIG. 39.

1° Si $\gamma R : \frac{\beta R}{\alpha N \text{ et } \alpha R}$, et réciproquement $\frac{\alpha \text{ pendant sa course}}{\beta N}$,
Si $\gamma N : \alpha = \beta$;

c'est-à-dire que α et β ne s'enclenchent plus;

2° Si $\beta R : \frac{\gamma R}{\alpha N \text{ et } \alpha R}$, et réciproquement $\frac{\alpha \text{ pendant sa course}}{\gamma N}$.

On peut représenter aussi l'enclenchement réalisé par la formule symbolique

$\frac{\beta R \text{ et } \gamma R}{\alpha N \text{ et } \alpha R}$, et réciproquement $\frac{\alpha \text{ pendant sa course}}{\beta N \text{ ou } \gamma N}$.

Ce cas ne se rencontre pas dans la première série d'enclenchements étudiée précédemment.

Deuxième série. — Deuxième groupe.

49. — Nous avons encore à examiner certains dispositifs, qui formeront le deuxième groupe de la deuxième série et dans lesquels le verrou v de la tringle d'enclenchement kk' occupe sur cette tringle une position retournée par rapport à celle qu'il occupait dans les cas que nous venons de passer en revue, de telle sorte que ce verrou sera toujours engagé dans un trou de la barre d'enclenchement α , quand les deux leviers conjugués β et γ seront dans leurs positions normales ; nous avons à étudier les cas suivants :

50. *Premier cas. — La barre α ne porte qu'un trou t dans lequel est engagé le verrou v , quand cette barre et par suite le levier α sont dans une position normale ; en outre, le verrou v dégage le trou t dès que l'un des leviers β et γ est renversé (fig. 40).*

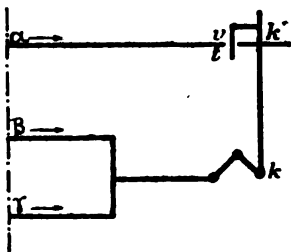


FIG. 40.

On voit d'abord que les quatre combinaisons où α est normal sont possibles, et que des quatre combinaisons où α est renversé il n'y a d'exclue que la combinaison

$$\alpha R, \quad \beta N, \quad \gamma N,$$

car, dès que l'un des leviers β et γ est renversé, α peut aussi être renversé. Cet enclenchement peut donc être représenté par la formule symbolique

$$\frac{\alpha R}{\beta R \text{ ou } \gamma R}, \quad \text{et réciproquement} \quad \frac{\beta N \text{ et } \gamma N}{\alpha N}.$$

L'enclenchement considéré peut être présenté sous la forme conditionnelle, ainsi qu'il suit :

- 1° Si $\gamma N : \frac{\alpha R}{\beta R}$, et réciproquement $\frac{\beta N}{\alpha N}$; si $\gamma R : \alpha = \beta$;
 2° Si $\beta N : \frac{\alpha R}{\gamma R}$, et réciproquement $\frac{\gamma N}{\alpha N}$; si $\beta R : \alpha = \gamma$.

On voit que nous retrouvons, avec un autre dispositif, l'enclenchement du septième cas du premier groupe de la première série.

51. *Deuxième cas.* — La barre d'enclenchement α ne porte, comme dans le cas précédent, qu'un seul trou t dans lequel est engagé le verrou v , quand la barre α est dans sa position normale.

En outre, le verrou v ne dégage le trou t que lorsque les leviers β et γ sont tous deux renversés (fig. 41).

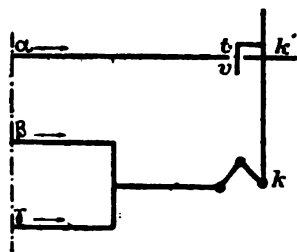


FIG. 41.

Puisque le trou t n'est dégage par le verrou v , et le levier α n'est rendu libre, que

lorsqu'on a renversé les deux leviers β et γ , il en résulte que les trois combinaisons suivantes :

$\alpha R,$	$\beta N,$	$\gamma N,$
$\alpha R,$	$\beta R,$	$\gamma N,$
$\alpha R,$	$\beta N,$	$\gamma R,$

sont impossibles, et que des quatre combinaisons qui comprennent αR une seule

$$\alpha R, \quad \beta R, \quad \gamma R$$

est possible ; nous retrouvons l'enclenchement du troisième cas du premier groupe de la première série ;

on peut le représenter par la formule symbolique

$$\frac{\alpha R}{\beta R \text{ et } \gamma R}, \quad \text{et réciproquement} \quad \frac{\beta N \text{ ou } \gamma N}{\alpha N}.$$

En réalité, comme nous l'avons déjà vu, il revient aux deux enclenchements binaires simples

$$\frac{\alpha R}{\beta R} \quad \text{et} \quad \frac{\alpha R}{\gamma R},$$

dont les réciproques sont respectivement

$$\frac{\beta N}{\alpha N} \quad \text{et} \quad \frac{\gamma N}{\alpha N},$$

qui peuvent être obtenues sans

conjugaison des leviers β et γ ,

c'est-à-dire sans emploi de balancier ni addition de leviers, ainsi que le représente la fig. 42.

52. *Troisième cas.* — La barre d'enclenchement α porte deux trous t et t_2 qui viennent se placer respectivement devant le verrou v porté par la tringle d'enclenchement, suivant que le levier α est normal ou renversé.

En outre, le verrou v dégage l'un ou l'autre des trous t et t_2 dès que l'un des leviers β et γ est renversé (fig. 43).

Dans ce cas toutes les combinaisons sont possibles ; et, comme le verrou v immobilise la barre α , normale ou renversée, tant qu'il est engagé dans l'un ou l'autre des trous t

et t_2 et, par conséquent, tant qu'aucun des deux leviers β et γ n'est renversé, nous avons les deux enclenchements binaires doubles conditionnels :

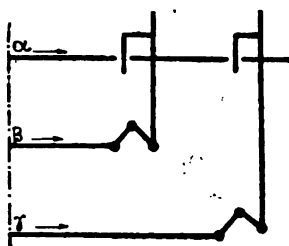


FIG. 42.

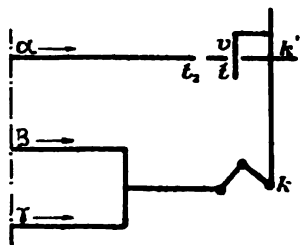


FIG. 43.

Si $\gamma N : \frac{\beta N}{\alpha N \text{ et } \alpha R}$, et réciproquement $\frac{\alpha \text{ pendant sa course}}{\beta R}$;
 Si $\gamma R : \beta = \alpha$,
 et si $\beta N : \frac{\gamma N}{\alpha N \text{ et } \alpha R}$, et réciproquement $\frac{\alpha \text{ pendant sa course}}{\gamma R}$;
 Si $\beta R : \gamma = \alpha$;

qui peuvent être résumées dans la formule symbolique suivante :

$$\frac{\beta N \text{ et } \gamma N}{\alpha N \text{ et } \alpha R}.$$

Ce cas ne se rencontre pas dans la première série.

53. *Quatrième cas.* — La barre d'enclenchement porte les deux trous t et t_2 disposés comme dans le cas précédent; mais le verrou v ne dégage l'un ou l'autre des deux trous t et t_2 que lorsque les deux leviers β et γ sont tous deux renversés (fig. 44).

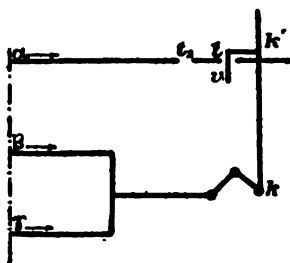


FIG. 44.

Toutes les combinaisons sont possibles comme dans le cas précédent, mais la barre α est immobilisée, normale ou renversée, tant que l'un des le-

leviers β et γ est normal, ce qui donne les deux enclenchements binaires doubles

$$\frac{\beta N}{\alpha N \text{ et } \alpha R}, \quad \frac{\gamma N}{\alpha N \text{ et } \alpha R},$$

dont les réciproques peuvent s'écrire

$$\frac{\alpha \text{ pendant sa course}}{\beta R \text{ et } \gamma R}.$$

On pourrait encore représenter l'ensemble de ces deux

enclenchements par la formule symbolique

$$\frac{\beta N \text{ ou } \gamma N}{\alpha N \text{ et } \alpha R},$$

On peut, d'ailleurs, résoudre le cas qui nous occupe, sans emploi de balancier, ni addition de leviers, comme l'indique la *fig. 45*, en réalisant séparément les deux enclenchements binaires doubles qui viennent d'être indiqués.

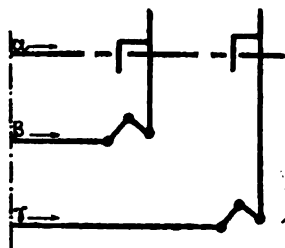


FIG. 45

Ce cas ne se rencontre pas dans la première série.

Résumé des dispositifs de la deuxième série.

54. — En résumé, nous n'avons trouvé, dans les dispositifs de la deuxième série que nous venons d'examiner, aucun enclenchement usuel que ne fournisse déjà la première série.

Sur les dix cas que comprend la deuxième série, trois sont susceptibles d'être réalisés par des enclenchements binaires simples sans emploi de balanciers et sans addition de leviers.

Trois reproduisent, dans des conditions absolument équivalentes, les trois cas d'enclenchements conditionnels proprement dits de la première série.

Enfin les quatre autres cas donnent des enclenchements qui n'excluent aucune combinaison, et se ramènent soit à des enclenchements binaires doubles susceptibles d'être réalisés séparément, sans balancier ni addition de leviers, soit à des enclenchements binaires doubles conditionnels, qui peuvent être rapprochés d'enclenchements similaires de la première série et qui n'offrent d'ailleurs qu'un intérêt pratique très restreint.

428 ÉTUDE SUR LES ENCLENCHEMENTS ENTRE LEVIERS

Du reste, les dispositifs compris dans la deuxième série sont beaucoup moins utilisés dans les appareils Vignier que ceux compris dans la première série. Pour ce motif nous nous reporterons principalement à ces derniers dans ce qui nous reste à exposer pour terminer notre étude des enclenchements ternaires.

RÉALISATION DES ENCLENCHEMENTS TERNAIRES AU MOYEN D'ENCLENCHEMENTS BINAIRES.

55. — Des quatre catégories d'enclenchements que nous avons examinées en résumant les dispositifs de la première série (§ 41), il est surtout intéressant de s'arrêter à la seconde et à la troisième ; rappelons ici les cas qu'elles comprennent.

La seconde catégorie comprend trois cas qui excluent deux combinaisons sur les huit que l'on peut former avec les positions de trois leviers : α , β et γ (deuxième et huitième cas du premier groupe, et quatrième cas du deuxième groupe).

La troisième catégorie comprend six cas pouvant être présentés comme enclenchements conditionnels ; trois de ces cas donnent des enclenchements incomplets (quatrième et sixième cas du premier groupe, et deuxième cas du deuxième groupe), et les trois autres des enclenchements conditionnels complets ou proprement dits (cinquième et septième cas du premier groupe, et troisième cas du deuxième groupe).

56. — Or souvent on réalise des dispositions répondant à l'objet principal de ces enclenchements et qui sont pratiquement équivalentes, en ne faisant usage que d'enclenchements binaires simples, mais en munissant certains appareils de leviers de manœuvre multiples. Nous croyons utile de donner dès à présent quelques exemples de la réalisation, au moyen d'enclenchements binaires

simples et de leviers multiples, des cas d'enclenchements entre plus de deux leviers.

Nous supposons dans ce qui suit que, si un appareil, un signal principalement, peut être manœuvré par plusieurs leviers placés au même poste, le signal est fermé quand tous les leviers sont dans leur position normale, et est ouvert quand on a renversé l'un quelconque de ces leviers. Ces leviers sont en général enclenchés entre eux directement ou indirectement, de telle sorte qu'on ne puisse renverser l'un d'eux sans que les autres soient dans leur position normale.

Réalisation par enclenchements binaires simples d'enclenchements ternaires excluant deux combinaisons.

57. — Prenons le deuxième cas du premier groupe des enclenchements ci-dessus étudiés (§ 22), représentés par la fig. 10, et par les notations symboliques suivantes :

$$\frac{\alpha R}{\beta R \gamma R}, \text{ et réciproquement } \frac{\beta N \text{ et } \gamma N}{\alpha N},$$

$$\frac{\alpha R}{\beta N \gamma N}, \text{ et réciproquement } \frac{\beta R \text{ et } \gamma R}{\alpha N}.$$

L'enclenchement qu'il fournit peut s'énoncer comme suit :

« α est dégagé de sa position
 « normale par β renversé ou
 « par γ renversé, mais non par β
 « et γ renversés à la fois, » autrement dit, pour que α puisse

être renversé, il faut que l'un des leviers β et γ soit renversé et l'autre normal.

On pourra munir l'appareil α de deux leviers de manœuvre α_1 et α_2 disposés de telle façon que, pour renverser α , il soit nécessaire et suffisant de renverser

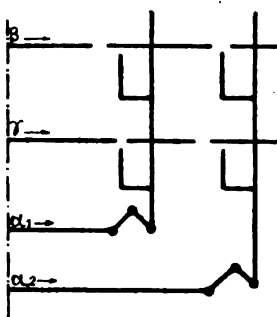


FIG. 46.

l'un de ces leviers. Ceux-ci seront reliés aux leviers β et γ par les enclenchements binaires simples qu'indique la *fig. 46* et qui peuvent se représenter comme suit :

$$\begin{array}{ll} \frac{\alpha_1 R}{\beta R}, & \text{ou réciproquement } \frac{\beta N}{\alpha_1 N}; \\ \frac{\alpha_1 R}{\gamma N}, & \text{ou réciproquement } \frac{\gamma R}{\alpha_1 N}; \\ \frac{\alpha_2 R}{\beta N}, & \text{ou réciproquement } \frac{\beta R}{\alpha_2 N}; \\ \frac{\alpha_2 R}{\gamma R}, & \text{ou réciproquement } \frac{\gamma N}{\alpha_2 N}. \end{array}$$

On voit qu'on ne pourra renverser α_1 que si β est renversé et γ normal, tandis qu'on ne pourra renverser α_2 que si β est normal et γ renversé; les deux leviers α_1 et α_2 ne peuvent donc être renversés en même temps; ils sont enclenchés indirectement à la fois par l'intermédiaire du levier β et par l'intermédiaire du levier γ ; c'est ce qui résulte d'ailleurs des formules précédentes :

Puisque l'on a $\frac{\alpha_1 R}{\beta R}$, on a aussi réciproquement $\frac{\beta N}{\alpha_1 N}$, et, comme on a, d'autre part, $\frac{\alpha_2 R}{\beta N}$, on tire de là :

$$\frac{\beta N}{\alpha_1 N} \times \frac{\alpha_2 R}{\beta N} = \frac{\alpha_2 R}{\alpha_1 N}, \quad \text{et réciproquement } \frac{\alpha_1 R}{\alpha_2 N}.$$

On montrerait de même que cet enclenchement est obtenu par l'intermédiaire du levier γ .

58. — Prenons maintenant le huitième cas du premier groupe (§ 29), représenté par la *fig. 17* et par les notations symboliques suivantes :

$$\begin{array}{ll} \frac{\alpha R}{\beta N \text{ et } \gamma N}, & \text{et réciproquement } \frac{\beta R \text{ ou } \gamma R}{\alpha N}; \\ \frac{\alpha R}{\beta R \text{ et } \gamma R}, & \text{et réciproquement } \frac{\beta N \text{ ou } \gamma N}{\alpha N}. \end{array}$$

Cet enclenchement ternaire peut s'énoncer comme suit :

« α ne peut être renversé que si les deux leviers β et γ sont tous deux normaux ou tous deux renversés ».

On pourra encore munir l'appareil qui correspond à α de deux leviers de manœuvre α_1 et α_2 reliés aux leviers β et γ par les enclenchements binaires simples qu'indique la *fig. 47* et qui sont représentés par les formules symboliques :

$$\frac{\alpha_1 R}{\beta N}, \quad \text{et réciproquement} \quad \frac{\beta R}{\alpha_1 N};$$

$$\frac{\alpha_1 R}{\gamma N}, \quad \text{et réciproquement} \quad \frac{\gamma R}{\alpha_1 N};$$

$$\frac{\alpha_2 R}{\beta R}, \quad \text{et réciproquement} \quad \frac{\beta N}{\alpha_2 N};$$

$$\frac{\alpha_2 R}{\gamma R}, \quad \text{et réciproquement} \quad \frac{\gamma N}{\alpha_2 N}.$$

On montrerait facilement que α_1 et α_2 sont reliés, par l'intermédiaire de β ou γ , par

l'enclenchement $\frac{\alpha_1 R}{\alpha_2 N}$ et récipro-

quement $\frac{\alpha_2 R}{\alpha_1 N}$, c'est-à-dire que

les deux leviers α_1 et α_2 ne peuvent être renversés en même temps.

59. — Le quatrième cas du second groupe (§ 37) est représenté par la *fig. 26* et par les notations symboliques suivantes :

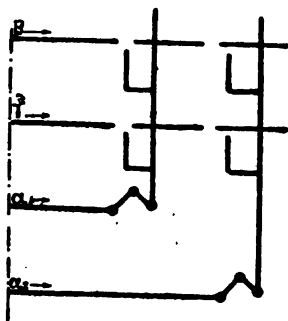


FIG. 47.

$$\frac{\alpha N}{\beta N \text{ et } \gamma N}, \quad \text{ou réciproquement} \quad \frac{\beta R \text{ ou } \gamma R}{\alpha R};$$

$$\frac{\alpha N}{\beta R \text{ et } \gamma R}, \quad \text{ou réciproquement} \quad \frac{\beta N \text{ ou } \gamma N}{\alpha R}.$$

Ce cas peut s'énoncer comme suit :

« α ne peut être normal que si β et γ sont tous deux normaux ou tous deux renversés. »

La *fig. 48* qui, par exception à la règle précédemment adoptée, représente la barre α_1 dans sa position normale et la barre α_2 dans sa position renversée, permet de concevoir le dispositif qui résoudrait cet enclenchement, l'appareil qui correspond à α étant muni de deux leviers de manœuvre α_1 et α_2 .

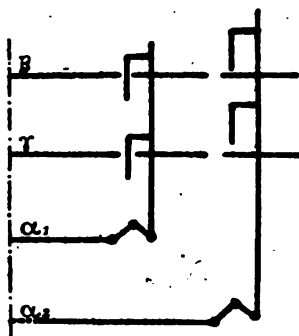


FIG. 48.

Les enclenchements binaires simples réalisés seraient les suivants :

$\frac{\alpha_1 N}{\beta N}$,	et réciproquement	$\frac{\beta R}{\alpha_1 R}$;
$\frac{\alpha_1 N}{\gamma N}$,	et réciproquement	$\frac{\gamma R}{\alpha_1 R}$;
$\frac{\alpha_2 N}{\beta R}$,	et réciproquement	$\frac{\beta N}{\alpha_2 R}$;
$\frac{\alpha_2 N}{\gamma R}$,	et réciproquement	$\frac{\gamma N}{\alpha_2 R}$.

On voit qu'avec ces dispositions α_1 et α_2 ne pourraient être normaux en même temps, et qu'en réalité on est en présence d'un enclenchement qu'on peut appeler ternaire double et que l'on pourrait représenter par la formule symbolique :

$$\frac{\alpha N}{[\beta N \text{ et } \gamma N] \text{ et } [\beta R \text{ et } \gamma R]}.$$

Réalisation par enclenchements binaires simples des enclenchements ternaires conditionnels proprement dits étudiés précédemment.

60. — Nous avons vu dans ce qui précède que les dispositifs à balancier, qui donnent des enclenchements conditionnels ternaires, ont pour propriété d'exclure l'une seulement des huit combinaisons que l'on peut obtenir avec les deux positions de chacun des trois leviers α , β et γ .

La combinaison ainsi exclue peut être l'une des trois

suivantes :

$$1^{\circ} \quad [\alpha R, \beta R, \gamma R],$$

où les trois leviers sont renversés ;

$$2^{\circ} \quad [\alpha N, \beta R, \gamma R],$$

où deux des leviers sont renversés et le troisième normal ;

$$3^{\circ} \quad [\alpha R, \beta N, \gamma N],$$

où l'un des leviers est renversé et les deux autres normaux.

Rappelons d'ailleurs que nous admettons que la combinaison

$$[\alpha N, \beta N, \gamma N],$$

qui représente l'état initial ou normal du système, n'est pas susceptible d'être exclue.

61. — A. *Enclenchements conditionnels comportant l'exclusion de la combinaison :*

$$[\alpha R, \beta R, \gamma R].$$

Ces enclenchements peuvent, théoriquement, si les dispositifs s'y prêtent, être au nombre de trois, savoir :

$$a^1 = \text{si } \gamma R : \frac{\alpha R}{\beta N}, \text{ et réciproquement } \frac{\beta R}{\alpha N} ; \text{ si } \gamma N : \alpha = \beta ;$$

$$a^2 = \text{si } \beta R : \frac{\alpha R}{\gamma N}, \text{ et réciproquement } \frac{\gamma R}{\alpha N} ; \text{ si } \beta N : \alpha = \gamma ;$$

$$a^3 = \text{si } \alpha R : \frac{\beta R}{\gamma N}, \text{ et réciproquement } \frac{\gamma R}{\beta N} ; \text{ si } \alpha N : \beta = \gamma .$$

Ces trois enclenchements conditionnels complets sont réalisés par le dispositif du cinquième cas du premier groupe de la première série (§ 26) et par celui du deuxième cas du premier groupe de la deuxième série (§ 44) ; rappelons ici ces dispositifs (*fig. 49 et 49 bis*).

Indiquons maintenant la solution de chacun des trois

434 ÉTUDE SUR LES ENCLENCHEMENTS ENTRE LEVIERS

enclenchements conditionnels ternaires précédents au moyen d'enclenchements binaires simples, ce à quoi on parviendra en munissant l'un des deux appareils de deux leviers de manœuvre.

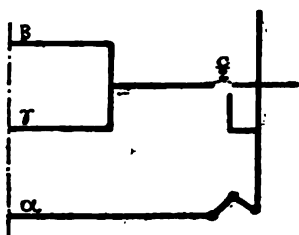


FIG. 49.

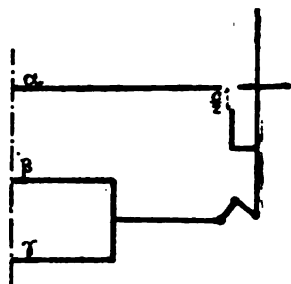


FIG. 49 bis.

Nous supposons toujours, comme précédemment, que l'appareil muni de deux leviers est renversé, lorsque l'un quelconque de ces leviers est renversé.

62. — *Enclenchement a¹.*

Si $\gamma R : \frac{\alpha R}{\beta N}$, et réciproquement $\frac{\beta R}{\alpha N}$; si $\gamma N : \alpha = \beta$.

On munira de deux leviers soit α , soit β , et l'on obtiendra les deux dispositifs équivalents des *fig. 50* et *50 bis*.

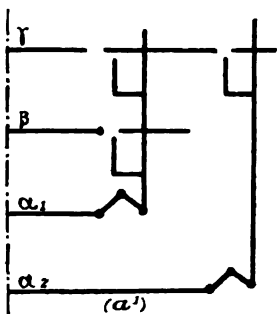


FIG. 50.

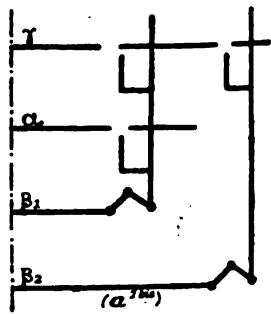


FIG. 50 bis.

Le dispositif *a¹* de la *fig. 50* montre que, si γ est renversé, α

ne peut être renversé qu'au moyen du levier α_1 et à la condition que β soit normal ; on a donc bien : si $\gamma R : \frac{\alpha R}{\beta N}$, et réciproquement $\frac{\beta R}{\alpha N}$.

Si, au contraire, γ est normal, α ne peut être renversé que par le levier α_2 qui n'a aucune liaison avec β ; on a donc bien

$$\text{Si } \gamma N : \alpha = \beta.$$

Le dispositif a^{1bis} de la *fig. 50 bis* s'obtient au moyen du dispositif a^1 en changeant β en α , et réciproquement ; il donne bien le même enclenchement que le dispositif a^1 .

63. — Enclenchement a^2 .

Si $\beta R : \frac{\alpha R}{\gamma N}$, et réciproquement $\frac{\gamma R}{\alpha N}$; si $\beta N : \alpha = \gamma$.

On munira de deux leviers de manœuvre soit α , soit γ , et l'on obtiendra les deux dispositifs équivalents des *fig. 51* et *51 bis*.

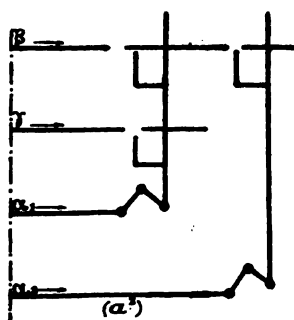


FIG. 51.

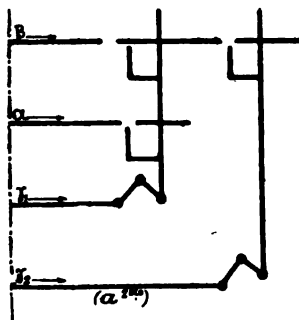


FIG. 51 bis.

Il est facile de reconnaître que ces dispositifs ne diffèrent respectivement des dispositifs (a^1) et (a^{1bis}) que par la substitution de γ à β , et réciproquement ; d'où l'on peut

conclure, d'après ce qui précède, et sans qu'aucune autre explication soit nécessaire, qu'ils réalisent bien l'enclenchement a^2 sus-indiqué.

64. — *Enclenchement a^3 .*

Si $\alpha R : \frac{\beta R}{\gamma N}$, et réciproquement $\frac{\gamma R}{\beta N}$; si $\alpha N : \beta = \gamma$.

On munira de deux leviers de manœuvre soit β , soit γ , et l'on obtiendra les deux dispositifs équivalents des *fig. 52* et *52 bis*.

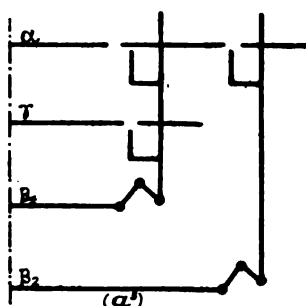


FIG. 52.

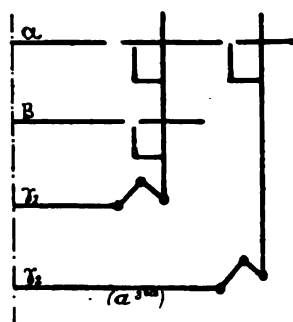


FIG. 52 bis.

On reconnaît immédiatement que ces dispositifs (a^3) et (a^{3bis}) se déduisent des dispositifs (a^1) et (a^{1bis}) par la permutation tournante de

α en β ,
 β en γ ,
 γ en α .

ou des dispositifs (a^2) et (a^{2bis}) par la substitution de β à α , et réciproquement, de sorte que l'on peut conclure immédiatement qu'ils réalisent bien l'enclenchement conditionnel ternaire (a^3) sus-indiqué.

65. — Nous venons de montrer comment, par l'emploi de leviers multiples, on peut ramener les trois enclenchements ternaires conditionnels (a^1) , (a^2) , (a^3) à des enclen-

chements binaires simples, ce qui a une importance pratique réelle.

Ces trois enclenchements conditionnels ont une propriété commune, celle de rendre impossible la seule et même combinaison $[\alpha R, \beta R, \gamma R]$; mais les dispositifs au moyen desquels nous venons de montrer qu'ils peuvent être réalisés ne sont pas identiques; ils se déduisent seulement les uns des autres par des permutations entre les leviers.

On est donc naturellement conduit à se poser la question suivante :

Chacun des dispositifs à leviers multiples que nous venons de faire connaître, qui réalise séparément l'un des trois enclenchements conditionnels ternaires a^1, a^2, a^3 , réalise-t-il aussi les deux autres enclenchements, comme le font les dispositifs à balancier que nous avons précédemment étudiés ?

Il y a quelque intérêt à examiner cette question.

Considérons l'enclenchement (a^1) , c'est-à-dire :

$$\text{Si } \gamma R : \frac{\alpha R}{\beta N}, \quad \text{et réciproquement } \frac{\beta R}{\alpha N}; \quad \text{Si } \gamma N : \alpha = \beta,$$

et voyons si cet enclenchement conditionnel ternaire, que nous savons réalisé par les dispositifs (a^1) , et (a^{1bis}) , l'est aussi par les dispositifs (a^2) , (a^{2bis}) et (a^3) , (a^{3bis}) .

Dans le dispositif (a^2) (*fig. 51*), lorsque γ est renversé, le levier α_1 est immobilisé normal; mais le levier α_2 est libre et donne :

$$\text{Si } \gamma R : \frac{\alpha R}{\beta N}, \quad \text{et réciproquement } \frac{\beta R}{\alpha N},$$

c'est-à-dire la première partie de notre enclenchement conditionnel. Reste à voir s'il donne aussi la deuxième partie, c'est-à-dire :

$$\text{Si } \gamma N : \alpha = \beta.$$

Or, si γ est normal, on voit que les deux leviers α_1 et α_2

sont libres et qu'en renversant l'un ou l'autre on enclenchera β soit dans sa position normale, soit dans sa position renversée, ce qui donne l'enclenchement :

$$\text{Si } \gamma N : \frac{\alpha R}{\beta N \text{ et } \beta R},$$

au lieu de :

$$\text{Si } \gamma N : \alpha = \beta.$$

La deuxième partie de notre enclenchement conditionnel, et par suite cet enclenchement lui-même, n'est donc pas réalisé par le dispositif α^2 , bien que ce dispositif n'exclue que la seule combinaison :

$$[\alpha R, \beta R, \gamma R].$$

Examinons maintenant le dispositif (α^{2bis}) (*fig. 51 bis*). Pour qu'il réalise la première partie de l'enclenchement conditionnel α^1 , il faut qu'en partant de l'état initial on puisse renverser γ , ce qui est possible au moyen du levier γ_2 ; mais, γ_2 étant renversé, β et par suite γ_1 sont immobilisés normaux et α est entièrement libre : le dispositif (α^{2bis}) ne réalise donc pas la première partie de l'enclenchement conditionnel α^1 , c'est-à-dire ne donne pas :

$$\text{Si } \gamma R : \frac{\alpha R}{\beta N}, \text{ et réciproquement } \frac{\beta R}{\alpha N}.$$

Au contraire, le dispositif (α^{2bis}) réalise la deuxième partie de l'enclenchement conditionnel considéré, en ce qu'il donne :

$$\text{Si } \gamma N \text{ (c'est-à-dire si } \gamma_1 N \text{ et } \gamma_2 N) : \alpha = \beta.$$

Nous arriverions à des résultats semblables aux précédents, en recherchant :

1° Si le même enclenchement (α^1) est réalisé par les dispositifs (α^3) et (α^{3bis});

2° Si l'enclenchement conditionnel α^2 , c'est-à-dire l'en-

clenchement :

Si $\beta R : \frac{\alpha R}{\gamma N}$, et réciproquement $\frac{\gamma R}{\alpha N}$;

Si $\beta N : \alpha = \gamma$,

est réalisé par les dispositifs (a^1) , (a^{1bis}) ou (a^3) et (a^{3bis}) ;

3° Si l'enclenchement conditionnel ternaire (a^3) , c'est-à-dire l'enclenchement :

Si $\alpha R : \frac{\beta R}{\gamma N}$, et réciproquement $\frac{\gamma R}{\beta N}$; Si $\alpha N : \beta = \gamma$,

est réalisé par les dispositifs (a^1) et (a^{1bis}) ou (a^2) et (a^{2bis}) .

Dans tous les cas, nous trouverions que chaque enclenchement conditionnel, satisfaisant aux conditions qu'il doit remplir pour être regardé comme complet, n'est réalisé entièrement que par ceux des dispositifs précédents qui lui sont en quelque sorte spécialement affectés, et que les autres dispositifs ne réalisent qu'une des parties seulement du même enclenchement.

Néanmoins il sera bon de se rappeler que, si tous ces dispositifs ne réalisent pas, à proprement parler, les mêmes enclenchements conditionnels, si par suite ils ne peuvent être considérés comme équivalents, ils jouissent cependant d'une même propriété, celle d'exclure la combinaison :

$$[\alpha R, \beta R, \gamma R],$$

et cette combinaison seule.

66. — B. *Enclenchements conditionnels ternaires comportant l'exclusion de la combinaison :*

$$[\alpha N, \beta R, \gamma R].$$

Ces enclenchements peuvent théoriquement, et si les

dispositifs s'y prêtent, être au nombre de trois, savoir :

$$\begin{aligned}
 b^1 &= \text{si } \alpha N : \frac{\beta R}{\gamma N}, \text{ et réciproquement } \frac{\gamma R}{\beta N}; & \text{si } \alpha R : \beta = \gamma; \\
 b^2 &= \text{si } \beta R : \frac{\alpha N}{\gamma N}, \text{ et réciproquement } \frac{\gamma R}{\alpha R}; & \text{si } \beta N : \alpha = \gamma; \\
 b^3 &= \text{si } \gamma R : \frac{\alpha N}{\beta N}, \text{ et réciproquement } \frac{\beta R}{\alpha R}; & \text{si } \gamma N : \alpha = \beta.
 \end{aligned}$$

Ces trois enclenchements sont réalisés par le dispositif du troisième cas du deuxième groupe de la première série (§ 36) et par celui du quatrième cas du premier groupe de la deuxième série (§ 46) ; nous rappelons ci-après ces dispositifs (*fig. 53* et *53 bis*).

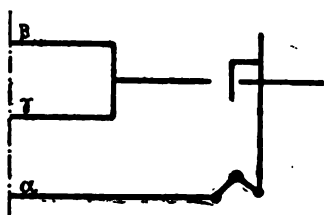


FIG. 53.

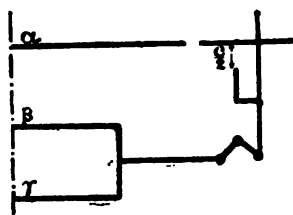


FIG. 53 bis.

Indiquons la solution de chacun des trois enclenchements conditionnels précédents au moyen d'enclenchements binaires simples obtenus en munissant l'un des appareils de deux leviers de manœuvre.

67. — *Enclenchement b^1 .*

$$\text{Si } \alpha N : \frac{\beta R}{\gamma N}, \text{ et réciproquement } \frac{\gamma R}{\beta N}; \quad \text{si } \alpha R : \beta = \gamma.$$

On munira de deux leviers soit β , soit γ , et l'on obtiendra les deux dispositifs équivalents des *fig. 54* et *54 bis*.

Le dispositif (b^1) (*fig. 54*) montre que, si α est normal, β ne peut être renversé qu'au moyen du levier β_1 et à la

condition que γ soit normal ; on a donc bien :

$$\text{Si } \alpha N : \frac{\beta R}{\gamma N}, \quad \text{et réciproquement } \frac{\gamma R}{\beta N}.$$

Si, au contraire, α est renversé, β ne pourra être renversé que par le levier β^2 qui n'a aucune liaison avec γ . Ce dernier est alors entièrement libre.

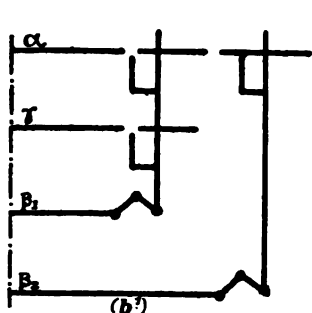


FIG. 54.

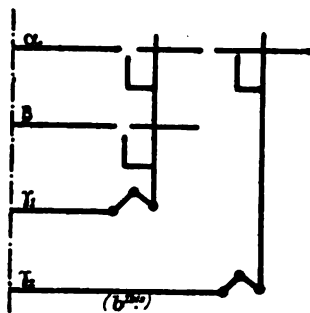


FIG. 54 bis.

On a donc bien :

$$\text{Si } \alpha R : \beta = \gamma.$$

Le dispositif ($b^1 bis$) (fig. 54 bis) montre que, si α est normal, γ ne peut être renversé qu'au moyen du levier γ_1 , et à la condition que β soit normal ; on a donc bien :

$$\text{Si } \alpha N : \frac{\gamma R}{\beta N}, \quad \text{et réciproquement } \frac{\beta R}{\gamma N}.$$

Si, au contraire, α est renversé, γ ne peut être renversé qu'au moyen du levier γ_2 , β étant alors entièrement libre ; on a donc :

$$\text{Si } \alpha R : \beta = \gamma.$$

68. — Enclenchement b^2 .

$$\text{Si } \beta R : \frac{\alpha N}{\gamma N}, \quad \text{et réciproquement } \frac{\gamma R}{\alpha R}; \quad \text{si } \beta N : \alpha = \gamma.$$

Ici l'enclenchement $\frac{\alpha N}{\gamma N}$ et sa réciproque $\frac{\gamma R}{\alpha R}$ ne sont plus de la même nature ; si par suite on cherche à réaliser l'en-

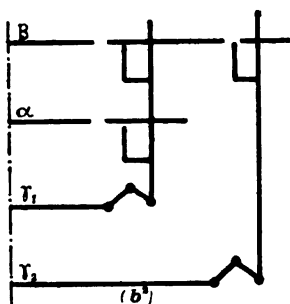


FIG. 55.

clenchement conditionnel précédant par des enclenchements binaires simples, grâce à l'emploi de leviers multiples, on n'y parvient qu'en munissant de deux leviers l'appareil γ et non l'appareil α ; on n'obtient donc que la solution représentée par le dispositif de la *fig. 55*.

On reconnaît facilement que, si β est renversé, γ ne peut être renversé que par γ_1 , et à la condition que α ait été d'abord renversé ; on a donc :

$$\text{Si } \beta R : \frac{\gamma R}{\alpha R}, \text{ et réciproquement } \frac{\alpha N}{\gamma N}.$$

De plus, si β est normal, γ_1 est immobilisé normal, et les deux leviers α et γ_2 sont entièrement libres ; on a donc :

$$\text{Si } \beta N : \alpha = \gamma.$$

69. — Enclenchement b^3 .

$$\text{Si } \gamma R : \frac{\alpha N}{\beta N},$$

et réciproquement $\frac{\beta R}{\alpha R}$;

$$\text{si } \gamma N : \alpha = \beta.$$

Nous ne pourrions ramener cet enclenchement conditionnel à des enclenchements binaires simples qu'en munissant l'appareil β de deux leviers de manœuvre, ce qui nous conduira au dispositif de la *fig. 56*.

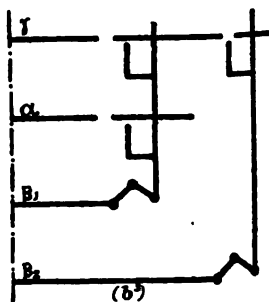


FIG. 56.

Ce dispositif ne diffère du précédent que par la substitution de β à γ , et réciproquement, d'où l'on peut immédiatement conclure qu'il réalise bien l'enclenchement (b^3) , lequel ne diffère aussi de l'enclenchement (b^2) que par la substitution de β à γ , et réciproquement.

70. — Nous venons donc d'être conduits à des dispositifs différents pour réaliser les trois enclenchements conditionnels (b^1) , (b^2) et (b^3) . Il est utile d'examiner si les dispositifs, qui se rapportent spécialement à l'un de ces enclenchements, reproduisent aussi les deux autres, comme cela a lieu avec les dispositifs à balancier étudiés précédemment.

Prenons, par exemple, l'enclenchement (b^1) , c'est-à-dire :

$$\text{Si } \alpha N : \frac{\beta R}{\gamma N}, \text{ et réciproquement } \frac{\gamma R}{\beta N}; \quad \text{si } \alpha R : \beta = \gamma.$$

Avec le dispositif (b^2) (*fig. 55*), α étant normal, γ_1 est immobilisé normal et les leviers β et γ_2 donnent bien la relation :

$$\text{Si } \alpha N : \frac{\beta R}{\gamma N}, \text{ et réciproquement } \frac{\gamma R}{\beta N},$$

c'est-à-dire la première partie de l'enclenchement conditionnel (b^1) .

Mais, si α est renversé, on n'a plus $\beta = \gamma$, mais bien l'enclenchement de forme binaire double conditionnelle :

$$\text{Si } \alpha R : \frac{\gamma R}{\beta N \text{ et } \beta R}.$$

De même, si on considère le dispositif (b^3) (*fig. 56*) et si l'on suppose α normal, le levier β_1 sera immobilisé normal, et les leviers β_2 et γ donneront la relation :

$$\text{Si } \alpha N : \frac{\beta R}{\gamma N}, \text{ et réciproquement } \frac{\gamma R}{\beta N}.$$

Mais, si α est renversé, au lieu d'avoir : $\beta = \gamma$, on a l'en-

444 ÉTUDE SUR LES ENCLENCHEMENTS ENTRE LEVIERS
 clenchement de forme binaire double conditionnelle :

$$\text{Si } \alpha R : \frac{\beta R}{\gamma N \text{ et } \gamma R}.$$

Revenons maintenant à l'enclenchement conditionnel b^2 :

$$\text{Si } \beta R : \frac{\alpha N}{\gamma N}, \text{ et réciproquement } \frac{\gamma R}{\alpha R}; \quad \text{si } \beta N : \alpha = \gamma;$$

et examinons s'il est réalisé par les dispositifs (b^1) , (b^{1bis}) et (b^3) .

Dans le dispositif (b^1) (*fig.* 54) on ne peut renverser β , en partant de l'état initial $[\alpha N, \beta N, \gamma N]$ qu'au moyen du levier β_1 ; alors α et γ seront tous deux immobilisés normaux; on n'a donc pas :

$$\dagger \text{Si } \beta R : \frac{\alpha N}{\gamma N}, \text{ et réciproquement } \frac{\gamma R}{\alpha R};$$

mais, si β et par suite β_1 et β_2 sont normaux, α et β sont entièrement libres, et l'on a :

$$\text{Si } \beta N : \alpha = \gamma,$$

c'est-à-dire la deuxième partie, mais la deuxième partie seulement de l'enclenchement considéré.

Si nous passons au dispositif (b^{1bis}) , on voit que, β étant renversé, le levier γ_1 est immobilisé normal, et que les deux leviers α et γ_2 fournissent la relation :

$$\text{Si } \beta R : \frac{\alpha N}{\gamma N} \text{ et } \frac{\gamma R}{\alpha R},$$

c'est-à-dire donnent la première partie de l'enclenchement considéré.

Si, d'autre part, β est normal, les leviers α , γ_1 et γ_2 donneront :

$$\text{Si } \beta N : \frac{\gamma R}{\alpha N \text{ et } \alpha R},$$

au lieu de

$$\alpha = \gamma.$$

Arrivons au dispositif (b^3) (*fig.* 56).

β ne peut tout d'abord, en partant de l'état initial, être renversé qu'au moyen du levier β_2 , ce qui immobilisera γ normal, en laissant entièrement libre α ; on n'a donc pas :

$$\text{Si } \beta R : \frac{\alpha N}{\gamma N}, \text{ et réciproquement } \frac{\gamma R}{\alpha R}.$$

Mais, si β est normal, ce qui suppose que β_1 et β_2 sont normaux, les leviers α et γ sont entièrement libres; on a donc bien :

$$\text{Si } \beta N : \alpha = \gamma,$$

c'est-à-dire la deuxième partie de l'enclenchement b^2 , sans avoir la première, comme on vient de le voir.

Il resterait à examiner si l'enclenchement conditionnel b^3 :

$$\text{Si } \gamma R : \frac{\alpha N}{\beta N} \text{ et réciproquement } \frac{\beta R}{\alpha R}; \quad \text{Si } \gamma N : \alpha = \beta;$$

auquel correspond le dispositif (b^3) est réalisé par les dispositifs (b^1), (b^{1bis}), (b^2).

En procédant comme nous l'avons fait tout à l'heure, on arriverait facilement aux résultats suivants.

Avec le dispositif (b^1) on a bien la première partie de l'enclenchement considéré, c'est-à-dire :

$$\text{Si } \gamma R : \frac{\alpha N}{\beta N}, \text{ et réciproquement } \frac{\beta R}{\alpha R};$$

mais on a de plus :

$$\text{Si } \gamma N : \frac{\beta R}{\alpha N \text{ et } \alpha R},$$

et non

$$\text{Si } \gamma N : \alpha = \beta.$$

Avec le dispositif (b^{1bis}) on n'a pas la première partie de

446 ÉTUDE SUR LES ENCLENCHEMENTS ENTRE LEVIERS
notre enclenchement considéré :

$$\text{Si } \gamma R : \frac{\alpha N}{\beta N}, \text{ et réciproquement } \frac{\beta R}{\alpha R};$$

mais on a la deuxième partie, savoir :

$$\text{Si } \gamma N : \alpha = \beta.$$

Enfin avec le dispositif (b^2), γ ne pouvant être tout d'abord renversé que par γ_2 , on n'a pas :

$$\text{Si } \gamma R : \frac{\alpha N}{\beta N}, \text{ et réciproquement } \frac{\beta R}{\alpha R};$$

mais on a :

$$\text{Si } \gamma N : \alpha = \beta.$$

71. C. — *Enclenchements conditionnels ternaires comportant l'exclusion de la combinaison :*

$$[\alpha R, \beta N, \gamma N].$$

En procédant comme nous l'avons fait pour les enclenchements conditionnels précédemment étudiés, on est conduit d'abord à examiner ce que seraient les relations possibles entre les leviers β et γ dans un enclenchement dont αR serait la condition; or cet enclenchement ne peut exister en tant qu'enclenchement conditionnel complet, attendu que si, partant de l'état initial $[\alpha N, \beta N, \gamma N]$, on commence par renverser α , on tombe précisément sur la combinaison interdite.

Il résulte de là qu'il ne peut correspondre à l'exclusion de la combinaison $[\alpha R, \beta N, \gamma N]$ que deux enclenchements conditionnels ternaires, savoir :

$$\begin{aligned} (c') \quad & \text{Si } \beta N : \frac{\alpha R}{\gamma R}, \text{ et réciproquement } \frac{\gamma N}{\alpha N}; \quad \text{si } \beta R : \alpha = \gamma; \\ (c'') \quad & \text{Si } \gamma N : \frac{\alpha R}{\beta R}, \text{ et réciproquement } \frac{\beta N}{\alpha N}; \quad \text{si } \gamma R : \alpha = \gamma. \end{aligned}$$

Ces deux enclenchements sont réalisés par le dispositif à balancier du septième cas du premier groupe de la première série (§ 28) et par le dispositif du premier cas du deuxième groupe de la deuxième série (§ 50); nous rappelons ci-après ces dispositifs (*fig.* 57 et 58) :

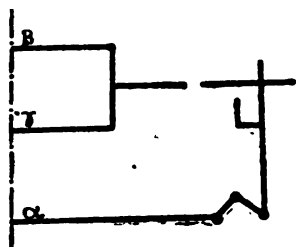


FIG. 57.

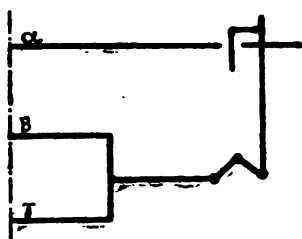


FIG. 58.

Les deux enclenchements conditionnels précédents sont de même forme, et, pour des motifs analogues à ceux déjà indiqués plus haut, on ne pourrait pas les ramener à des enclenchements binaires simples en munissant les appareils γ et β de deux leviers de manœuvre, mais on obtiendra ce résultat en munissant de deux leviers l'appareil α ; on sera ainsi conduit aux dispositifs que nous allons indiquer.

72. — *Enclenchement c^1* :

$$\text{Si } \beta N : \frac{\alpha R}{\gamma R},$$

et réciproquement $\frac{\gamma N}{\alpha N}$;

$$\text{Si } \beta R : \alpha = \gamma.$$

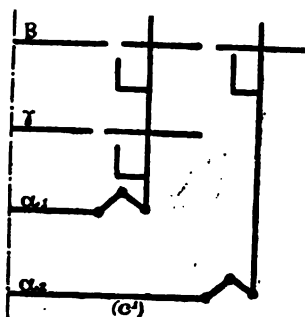


FIG. 59.

Le dispositif (c^1) (*fig.* 59) montre que, si β est normal, α ne peut être renversé que par le levier α_1 , et à la condition que γ ait été d'abord

renversé ; on a donc bien :

$$\text{Si } \beta N : \frac{\alpha R}{\gamma R}, \text{ et réciproquement } \frac{\gamma N}{\alpha N}.$$

Si, au contraire, β est renversé, α ne peut être renversé que par le levier α_2 , qui n'a aucune liaison avec γ et est d'ailleurs entièrement libre ; on a donc bien :

$$\text{Si } \beta R : \alpha = \gamma.$$

73. Enclenchement c^2 .

$$\text{Si } \gamma N : \frac{\alpha R}{\beta R}, \text{ et réciproquement } \frac{\beta N}{\alpha N} \dots \text{ si } \gamma R : \alpha = \beta.$$

Le dispositif à adopter est celui de la *fig. 60*.

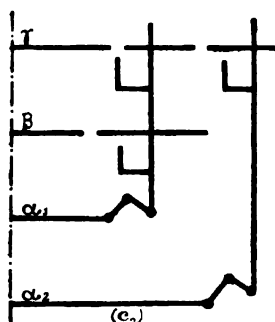


FIG. 60.

On reconnaît facilement que, si γ est normal, α ne peut être renversé que par le levier α_1 et à la condition que β ait été d'abord renversé, ce qui donne bien :

$$\text{Si } \gamma N : \frac{\alpha R}{\beta R}, \text{ et réciproquement } \frac{\beta N}{\alpha N}.$$

Si, au contraire, γ est renversé, α_1 est immobilisé normal, α peut être librement renversé par le levier α_2 , qui n'a aucune liaison avec β ; on a donc bien :

$$\text{Si } \gamma R : \alpha = \beta.$$

On aurait pu, du reste, se contenter de remarquer que le dispositif (c^2) ne diffère du dispositif (c^1) que par la substitution de γ à β et réciproquement, et que les observations relatives à l'un de ces dispositifs peuvent se déduire de celles qui se rapportent à l'autre, en tenant compte de cette substitution.

74. — Reste à examiner si le dispositif (c^2) reproduit l'enclenchement conditionnel (c^1) et, réciproquement, si le dispositif (c^1) reproduit l'enclenchement (c^2).

Considérons l'enclenchement (c^1), c'est-à-dire l'enclenchement :

$$\text{Si } \beta N : \frac{\alpha R}{\gamma R}, \text{ et réciproquement } \frac{\gamma N}{\alpha N}; \text{ si } \beta R : \alpha = \gamma;$$

et examinons s'il est réalisé par le dispositif (c^2).

Avec le dispositif (c^2) (*fig. 60*) on a bien la relation :

$$\text{Si } \beta N : \frac{\alpha R}{\gamma R}, \text{ et réciproquement } \frac{\gamma N}{\alpha N}.$$

Si, au contraire, β est renversé, on n'a plus $\alpha = \gamma$, mais bien l'enclenchement de forme binaire double conditionnelle :

$$\text{Si } \beta R : \frac{\alpha R}{\gamma N \text{ et } \gamma R}.$$

On verrait facilement qu'on arrive à un résultat analogue quand on examine si le dispositif (c^1) reproduit l'enclenchement (c^2) :

$$\text{Si } \gamma N : \frac{\alpha R}{\beta R}, \text{ et réciproquement } \frac{\beta N}{\alpha N}; \text{ si } \gamma R : \alpha = \beta.$$

On trouve que le dispositif (c^1) donne bien la relation :

$$\text{Si } \gamma N : \frac{\alpha R}{\beta R}, \text{ et réciproquement } \frac{\beta N}{\alpha N}.$$

Mais, au lieu de donner la relation :

$$\text{Si } \gamma R : \alpha = \beta,$$

ce dispositif donne l'enclenchement de forme binaire double conditionnelle :

$$\text{Si } \gamma R : \frac{\alpha R}{\beta N \text{ et } \beta R}.$$

(*La fin à la prochaine livraison.*)

BULLETIN.

STATISTIQUE DE L'INDUSTRIE MINÉRALE DU CANADA EN 1906.

	PRODUCTION	VALEUR
1^o Métaux.		
	tonnes métr.	francs
Cuivre.....	4.257	5.289.547
Plomb.....	10.977	3.736.769
Nickel.....	1.588	5.982.900
Mercure.....	"	"
Or (en kilogrammes).....	4.228 ^{kg}	14.556.867
Argent (en kilogrammes).....	99.686 ^{kg}	11.124.511
Valeur totale des métaux.....		40.690.594
2^o Matières minérales.		
	tonnes métr.	
Charbon.....	3.395.113	41.472.660
Coke.....	45.184	577.881
Pétrole.....	93.622	5.986.246
Gaz naturel.....	"	1.431.234
Graphite.....	"	48.977
Minéral de fer.....	80.003	954.741
Pyrites.....	30.580	523.983
Fer chromé.....	2.142	134.587
Minéral de manganèse.....	11	4.662
Ocre.....	2.041	56.592
Gypse.....	186.119	903.407
Phosphate de chaux (apatite).....	517	20.668
Pierres à bâtir.....	"	5.180.000
Granite.....	16.976	552.753
Sables et graviers.....	"	621.600
Chaux.....	"	3.367.000
Ciment.....	19.035	1.043.796
Ardoises.....	"	276.457
Pierre meulière.....	3.322	169.956
Argile réfractaire.....	605	7.392
Amiante.....	11.111	2.226.654
Mica.....	"	310.800
Sel.....	39.868	878.927
Eaux minérales (litres).....	3.206.929 ^{lit}	578.792
Total.....		67.329.765
Matières minérales non dénommées, principalement matériaux de construction, briques, tuiles, poteries, etc.....		14.369.081
Valeur totale.....		122.389.440

Sur ces chiffres, la production du plomb tout entière et la plus grande partie de la production de l'argent sont dues à la Colombie Anglaise, ainsi qu'on peut le voir par le tableau suivant, qui donne, pour les années 1895 et 1896, le détail de la production de cette partie du Dominion.

Production minérale de la Colombie Anglaise en 1895 et en 1896.

	1895		1896	
	PRODUCTION	VALEUR	PRODUCTION	VALEUR
	ton. métr.	francs	ton. métr.	francs
Houille.....	954.688	14.602.223	859.775	12.054.611
Coke.....	459	11.707	625	15.928
Plomb.....	7.473	2.757.081	10.977	3.736.769
Cuivre.....	432	246.785	1.732	988.997
Or des placers..... (en kilogr.)	749	2.495.118	846	2.818.055
Or des filons quartzeux. —	1.221	4.067.704	1.936	6.444.852
Argent..... —	46.542	5.062.046	97.509	10.881.569
Autres matières minérales.....		51.800		77.700
Totaux.....		29.294.404		37.018.481

(Extrait de l'Engineering and Mining Journal.)

LES GITES D'OR DE LA KLONDIKE RIVER.

Les gites d'or de la rivière Klondike, sur lesquels l'attention s'est si vivement portée dans ces derniers mois, sont situés à l'extrémité occidentale du Canada, à peu de distance de la frontière de l'Alaska. La présence de l'or avait été reconnue, depuis une quinzaine d'années, dans les alluvions de diverses rivières tributaires du Yukon, le grand fleuve qui traverse l'Alaska de l'Est à l'Ouest, notamment le long du Forty Mile Creek, affluent de rive gauche du Yukon, qui coupe la limite commune de l'Alaska et du Canada entre 64° et 64° 30' de latitude ; mais les exploitations qui y avaient été tentées n'avaient pas donné de résultats bien remarquables et s'étaient peu à peu ralenties : lors de l'exploration faite par lui pour le Service géologique du Canada,

M. R. G. Mc Connell estimait à \$ 15.000 seulement le produit obtenu, pendant la campagne de 1888, par les chercheurs d'or du Forty Mile Creek, tandis que le rendement de l'année précédente aurait été, suivant les uns, de \$ 65.000, suivant les autres de \$ 150.000. Dans son rapport (*), M. Mc Connell signalait les difficultés que présentait la recherche et l'exploitation des gisements aurifères du district du Yukon, par suite de la rigueur du climat, de la rareté et du prix excessif des vivres, ainsi que du peu de durée de la campagne annuelle, l'élévation des eaux ne permettant pas de travailler pendant plus de trois mois au maximum.

D'autres gisements avait été également découverts, en 1885, dans la vallée de la Stewart, important affluent de rive droite du Yukon; situé à 190 kilomètres environ en amont du Forty Mile Creek; la production en était estimée par M. le Dr G. M. Dawson à \$ 100.000 pour les deux années 1885 et 1886; mais en 1887 ils n'avaient plus donné que \$ 5.000, soit parce qu'ils étaient déjà presque épuisés, soit parce qu'ils avaient été délaissés pour ceux du Forty Mile Creek.

Un peu plus tard, M. W. Ogilvie, l'un des explorateurs de la région, évaluait (**) la production de l'or de l'ensemble du district du Yukon, pour l'année 1893, à un chiffre total de \$ 160.000 à 190.000, dont près des trois quarts provenant des gisements du Sixty Mile Creek, affluent de rive gauche du Yukon situé en amont du Forty Mile Creek, mais en aval de la Stewart, gisements appartenant peut-être, d'ailleurs, à l'Alaska plutôt qu'au Canada (**).

Les gisements de la Klondike, affluent de rive droite du Yukon, situé à quelque distance en aval de la Stewart, n'ont été découverts qu'en 1896, mais les gains réalisés par les premiers explorateurs, dont quelques-uns auraient amassé plusieurs centaines de mille francs en quelques mois, n'ont pas tardé à y attirer de nombreux mineurs, en proie à la fièvre de l'or, malgré les difficultés et la longueur du voyage, malgré la rigueur de la température de la région, qui, en hiver, s'abaisse parfois, paraît-il jusqu'à — 50° et — 55° C. La ville de Dawson City, bâtie au confluent de la Klondike et du Yukon, compte aujourd'hui

(*) Commission géologique du Canada, Rapport annuel (1888-89), vol. IV, p. 154 D. Ottawa, 1890.

(**) Commission géologique du Canada, Rapport annuel (1894), vol. VII, p. 132 S. Ottawa, 1897.

4.000 habitants, le nombre des mineurs occupés aux exploitations aurifères est évalué à près de 5.000.

L'exploitation porte sur des alluvions, mais elle est rendue particulièrement difficile par la rigueur du climat, le sol, gelé pendant la plus grande partie de l'année, ne dégelant jamais que sur quelques pieds de profondeur ; aussi emploie-t-on souvent le feu pour rendre la matière à extraire plus facile à attaquer. A diverses reprises des pépites ont été trouvées encore adhérentes à des morceaux de quartz, ce qui donne lieu de présumer que les filons en place ne doivent pas être fort éloignés ; mais l'épais tapis de mousse qui couvre les flancs des collines rend les recherches fort difficiles ; on aurait toutefois reconnu déjà un filon de quartz riche, avec une puissance variant de 3 à 8 pieds, dans l'un des vallons tributaires de la Klondike, à une trentaine de kilomètres du Yukon.

Les règlements établis par le Gouvernement Canadien distinguent trois sortes d'exploitations : les *dry diggings*, portant sur les terrains situés au-dessus du niveau des plus hautes eaux, et sur lesquels les *claims* sont des carrés de 100 pieds de côté ; les *bar diggings*, portant sur les terrains compris entre le niveau des plus hautes et celui des plus basses eaux, et où les *claims* sont formés d'une bande de terrain de 100 pieds de largeur, limitée par deux lignes parallèles, normales à la direction du cours d'eau, et s'étendant depuis le niveau des plus hautes eaux jusqu'à celui des plus basses ; les *claims* de rivière, mesurant 500 pieds dans le sens du cours d'eau (longueur réduite à 100 pieds par un nouveau règlement, du 7 août 1897) et s'étendant transversalement d'un bord à l'autre ; enfin les *claims* établis sur des bancs (*bench claims*), et dont la forme et les dimensions sont les mêmes que celles des *dry diggings*.

La propriété d'un claim s'acquiert par voie d'occupation, à la condition d'en marquer les limites au moyen de poteaux placés aux quatre angles, sur l'un desquels est inscrit le nom du mineur avec la date du bornage, et d'en faire la déclaration dans le délai de trois jours au Commissaire des mines du district, si le claim est à moins de 10 milles de la résidence de ce dernier, un délai supplémentaire étant accordé pour les distances plus grandes, à raison d'un jour pour chaque dizaine de milles en plus, ou fraction de dizaine. Le propriétaire d'un claim doit payer un droit de \$ 15 pour la première année, et de \$ 100 pour chacune des années suivantes (ce dernier chiffre a été réduit à \$ 15 par le règlement du 7 août 1897).

Il est établi, en outre, un impôt de 10 p. 100 sur la valeur de l'or extrait; toutefois si la quantité d'or produite par un même claim dépasse \$ 500 par semaine, l'excédent au-dessus de \$ 500 supporte un impôt double, soit de 20 p. 100. Le non-paiement de cet impôt dans le délai de dix jours à partir de l'avis à ce donné entraîne la déchéance de la propriété du claim. Il en est de même de toute tentative de fraude ou de fausse déclaration, la décision du Commissaire des mines devant, en pareil cas, trancher définitivement le différend.

Un mineur ne peut acquérir par voie d'occupation dans une même localité que la propriété d'un seul claim; mais aucune limitation n'est apportée au droit d'en acquérir d'autres par voie d'achat, comme au droit laissé aux mineurs de se réunir pour exploiter en commun plusieurs claims, à la condition que ces transactions soient déclarées au Commissaire des mines et enregistrées par lui, et moyennant le paiement d'un droit de \$ 5 pour l'enregistrement de chaque convention, et de \$ 2 pour tout acte de vente, engagement ou disposition d'un claim.

L'inventeur d'un nouveau gisement a droit, lorsque sa découverte est reconnue par le Commissaire des mines, à un claim de rivière de 750 pieds de longueur (200 pieds seulement, désormais, d'après le règlement du 7 août 1897). La découverte d'une nouvelle couche, non encore reconnue, de gravier ou terre aurifère dans une localité dont les claims sont abandonnés, est assimilée, à cet égard, à la découverte d'un nouveau gisement.

Un claim laissé inexploité pendant les jours ouvrables durant 72 heures est réputé abandonné et libre pour une nouvelle occupation, à moins que le propriétaire n'établisse valablement auprès du Commissaire des mines que cet abandon a été occasionné par la maladie ou toute autre cause légitime, ou bien que le Commissaire ne l'ait autorisé à s'absenter. Si ces conditions ne lui paraissent pas remplies, le Commissaire des mines peut prononcer la déchéance.

Une disposition particulière, et qui mérite de fixer l'attention, est celle qui réserve à la Couronne un claim sur deux alternativement, pour être vendu aux enchères publiques ou pour en être disposé suivant qu'il en sera décidé par le Ministre de l'Intérieur. Toute personne qui viendrait à entreprendre un travail sur un claim réservé à la Couronne serait déchue de tous les droits acquis par elle, soit par voie d'occupation, soit par voie d'achat, sur d'autres claims, et ne serait plus autorisée à en acquérir d'autres dans l'avenir; en outre, la police montée, sur

la réquisition du Commissaire des mines, ferait le nécessaire pour l'expulser.

Quant à la production déjà réalisée sur les placers de la Klondike, les chiffres cités sont trop divergents, et par suite trop incertains, pour qu'il soit possible actuellement de s'en faire une idée exacte. D'après certains renseignements, le Gouvernement Canadien estimerait à 25 millions de francs la quantité d'or extraite en 1896, et il y aurait à prévoir le double au moins pour la campagne de 1897; mais ce premier chiffre serait, à lui seul, notablement supérieur à celui qui a été inscrit à la statistique officielle du Canada (*) pour l'ensemble de la production de l'or sur les territoires du Dominion en 1896; il paraît donc fort exagéré, à moins qu'on ne suppose, ce qui n'est d'ailleurs pas impossible, que les renseignements relatifs au district du Yukon n'étaient pas parvenus en temps utile à Ottawa pour être compris dans cette statistique, dressée dans les premiers mois de 1897. Il convient, dans tous les cas, de n'accepter que sous de fortes réserves les chiffres indiqués dans certaines publications et dont l'exagération est manifeste.

Il n'est pas sans intérêt, au point de vue de l'avenir de ces exploitations, d'ajouter que M. W. Ogilvie a reconnu l'existence de gîtes de charbon dans la partie supérieure de la vallée de la Klondike.

(Extrait de l'Engineering and Mining Journal et des Rapports annuels de la Commission géologique du Canada.)

R. Z.

LÉGISLATION ÉTRANGÈRE.

COLONIE ALLEMANDE DE L'AFRIQUE ORIENTALE.

Ordonnance du 1^{er} novembre 1895 sur la recherche des mines.

Est soumise aux dispositions de l'ordonnance la recherche des pierres précieuses, — des métaux précieux (or, argent, platine)

(*) Voir *supra*, p. 450.

et des autres métaux, libres ou en minerais, des substances utilisables soit pour leur teneur en soufre, soit pour leur rendement en alun, vitriol et salpêtre, — de la houille, du lignite et du graphite, du bitume à l'état solide ou liquide (art. 1).

Quiconque veut se livrer aux recherches doit se munir d'un « permis de fouille », qui s'accorde pour six mois, moyennant le paiement mensuel par avance d'une taxe de 5 roupies (12 francs) (art. 3).

Le permis est cessible contre paiement d'une taxe de 10 roupies (24 francs) (art. 5).

Le permis donne le droit exclusif d'exécuter des fouilles dans un cercle de 2 kilomètres de diamètre (314 hectares) tracé autour du signal de fouille que le permissionnaire peut librement planter où il veut, en terrains libres, à la distance d'au moins 2 kilomètres de tout autre signal (art. 6).

Les fouilles sont interdites sans le consentement du propriétaire du sol sous les bâtiments, dans un rayon de cinquante mètres autour d'eux, ainsi que dans les terrains clos (art. 9).

L'explorateur a le droit dans tous autres terrains que ceux indiqués à l'article précédent d'obtenir contre indemnité préalable au propriétaire et après avis des autorités minières la cession de deux hectares au plus pour y ériger ses constructions, et faire paître ses animaux de trait et de ravitaillement (art. 10).

L'explorateur qui a fait une découverte doit la signaler immédiatement à l'autorité. Si celle-ci reconnaît le gîte exploitable, l'explorateur acquiert le droit d'invention dont des dispositions ultérieures fixeront les conséquences (art. 11).

L. A.

LOIS, DÉCRETS ET ARRÊTÉS

CONCERNANT

LES MINES, CARRIÈRES, SOURCES D'EAUX MINÉRALES,
CHEMINS DE FER EN EXPLOITATION, ETC.

Décret du Président de la République, du 4 août 1897, autorisant la SOCIÉTÉ DE L'ÉCLAIRAGE AU GAZ ET DES HAUTS-FOURNEAUX ET Fonderies de MARSEILLE ET DES MINES DE PORTES ET SÉNÉCHAS à se transformer en société anonyme dans les termes des lois des 24 juillet 1867 et 1^{re} août 1893.

Le Président de la République française,

Sur le rapport du ministre du commerce, de l'industrie, des postes et des télégraphes,

Vu le décret du 16 août 1860 (*), portant autorisation de la société anonyme formée à Paris sous la dénomination de « Société de l'éclairage au gaz et des hauts-fourneaux et fonderies de Marseille et des mines de Portes et Sénéchas » et approbation de ses statuts ;

Vu l'extrait de la délibération, en date du 5 décembre 1896, par laquelle l'assemblée générale extraordinaire des actionnaires de la société susdénommée a voté la transformation de ladite société en société anonyme, dans les termes de la loi du 24 juillet 1867 ;

Vu la loi du 24 juillet 1867 (**) sur les sociétés et notamment l'article 46, paragraphe 2, qui dispose que les sociétés anonymes existant lors de la promulgation de la loi pourront se transformer dans les termes de ladite loi en observant les formes prescrites pour la modification de leurs statuts et en obtenant l'autorisation du Gouvernement ;

Vu la loi du 1^{er} août 1893 (***) ;

Vu l'avis du ministre des travaux publics, du 10 mai 1897 ;

Vu l'avis du ministre de l'intérieur, du 9 juin 1897 ;

(*) Volume de 1860, p. 332.

(**) Volume de 1867, p. 290.

(***) Volume de 1893, p. 453.

Vu l'avis du préfet des Bouches-du-Rhône; ensemble les autres pièces de l'instruction;

Le conseil d'État entendu,

Décède :

Art. 1^{er}. — Est autorisée la transformation de la Société de l'éclairage au gaz et des hauts fourneaux et fonderies de Marseille et des mines de Portes et Sénéchas en société anonyme, dans les termes des lois des 24 juillet 1867 et 1^{er} août 1893, telle que cette transformation résulte de la délibération susvisée.

Un extrait de cette délibération restera annexé au présent décret.

Art. 2. — Le ministre du commerce, de l'industrie, des postes et des télégraphes est chargé de l'exécution du présent décret, qui sera inséré au *Bulletin des Lois*, publié au *Journal officiel* de la République française et dans un journal d'annonces judiciaires des départements de la Seine, du Gard et des Bouches-du-Rhône, et enregistré avec l'extrait de la délibération ci-dessus visée, au greffe du tribunal de commerce et de la justice de paix du siège social.

Fait à Grenoble, le 4 août 1897.

FÉLIX FAURE.

Par le Président de la République :

*Le Ministre du commerce, de l'industrie,
des postes et des télégraphes,
Henry BOUCHER.*

*Décret du Président de la République, du 9 août 1897, portant
institution de la concession des mines de fer des PRANES (Var).*

(EXTRAIT.)

Art. 1^{er}. — Il est fait concession à MM. Étienne et Libercier des mines de fer comprises dans les limites ci-après définies, communes de Châteaudouble et d'Ampus, arrondissement de Draguignan, département du Var.

Art. 2. — Cette concession, qui prendra le nom de *concession des Pranes*, est limitée, conformément au plan annexé au présent décret, ainsi qu'il suit :

Au *nord-est*, par une ligne brisée CDE, formée : 1^o par une ligne CD, joignant le point C, point culminant du quartier de

Micoulaou, cote 924 de la carte de l'état-major, au point D, angle sud-ouest de la ferme Tense ; 2° par une ligne droite DE, joignant ledit point D au point E, angle sud-ouest de la ferme de Camp-Connillier :

Au *sud-est*, par une ligne droite EA, joignant ledit point E au point A, sommet de l'angle formé par les rives gauches des deux rivières de la Nartuby, quartier des Frayères ;

Au *sud-ouest*, par une ligne droite AB joignant ledit point A au point B, sommet de l'angle formé par les rives gauches de la rivière la Nartuby d'Ampus et du ruisseau de Rasclépoux ;

A l'*est*, par une ligne droite BC, joignant ledit point B au point C de départ ;

Lesdites limites renfermant une étendue superficielle de 7 kilomètres carrés, 27 hectares, 82 ares, 20 centiares.

Art. 3. — La présente concession ne s'applique pas aux minerais de fer en filons ou en couches, ou d'alluvions, qui peuvent être exploités comme minières et restent à la disposition des propriétaires desdites minières, dans les termes et conditions des articles 57, 58, 68, 69 et 70 de la loi du 21 avril 1810, modifiée par les lois du 9 mai 1866 et du 27 juillet 1880.

Art. 4. — Il n'est rien préjugé au sujet des gîtes de tout minerais étranger au fer qui peuvent exister dans l'étendue de la concession des Prannes.

La concession de ces gîtes de minerais pourra être ultérieurement accordée, s'il y a lieu, dans les formes ordinaires, soit aux concessionnaires des mines des Prannes, soit à une autre personne.

Art. 5. — Les droits attribués aux propriétaires de la surface par les articles 6 et 42 de la loi du 21 avril 1810, modifiée par la loi du 27 juillet 1880, sur le produit des mines concédées, sont réglées à une redevance annuelle de cinq centimes (0 fr. 05) par hectare de terrain compris dans la concession.

Art. 6. — Les concessionnaires se conformeront aux dispositions du cahier des charges annexé au présent décret, et qui est considéré comme en faisant partie essentielle.

Art. 7. — Si les concessionnaires veulent renoncer à la totalité ou à une partie de la concession, etc. (*).

Art. 8. — Le présent décret sera publié et affiché, aux frais des

(*) Conforme à l'article 6 du décret du 19 janvier 1897, instituant la concession de Tama (voir *suprà*, p. 7).

concessionnaires, dans les communes sur lesquelles s'étend la concession.

Art. 9. — Le ministre des travaux publics est chargé, etc.

CAHIER DES CHARGES

DE LA CONCESSION DES MINES DE FER DES PRANES,

Conforme au cahier des charges de la concession de Tama (voir *suprà*, p. 10).

Art. 1^{er}. — *Délai d'abornement* : Trois mois.

Art. 5. — *Distance réservée aux abords des cours d'eau* : 10 mètres.

Art. 6. — *Zone de protection des chemins de fer* : 10 mètres.

Décret du Président de la République, du 12 août 1897, déclarant d'intérêt public les sources minérales « BADOIT n° 2 », « REMY », « NOËL n° 3 » et « NOËL n° 5 », situées sur le territoire de la commune de SAINT-GALMIER (Loire).

(EXTRAIT.)

Art. 1^{er}. — Sont déclarées d'intérêt public les quatre sources minérales suivantes, situées sur le territoire de la commune de Saint-Galmier (Loire) :

1^o Source « Badoit n° 2 » appartenant à la commune de Saint-Galmier (Loire) ;

2^o Source « Remy » appartenant à MM. Remy-Thiollière et consorts ;

3^o et 4^o Sources « Noël n° 3 et n° 5 » appartenant à la Société de l'établissement des eaux minérales de Saint-Galmier.

Art. 2. — Le présent décret sera publié et affiché aux frais des propriétaires des sources précitées, dans la commune de Saint-Galmier et dans les chefs-lieux de canton de l'arrondissement de Montbrison.

Art. 3. — Le ministre de l'intérieur est chargé, etc.

Décret du Président de la République, du 14 août 1897, autorisant l'établissement d'un dépôt de dynamite sur le territoire de la commune de CONTES-LES-PINS (Alpes-Maritimes).

(EXTRAIT.)

Art. 1^{er}. — La Société anonyme de Contes-les-Pins, dont le siège social est à Nice, 7, rue Lascaris, est autorisée à établir un dépôt de dynamite de 2^e catégorie sur le territoire de la commune de Contes-les-Pins (Alpes-Maritimes), sous les conditions énoncées aux articles suivants.

Art. 2. — Le dépôt sera établi dans l'emplacement marqué sur le plan d'ensemble et conformément aux plans de détail produits par la société, lesquels plans resteront annexés au présent décret.

Le dépôt sera installé dans une galerie souterraine creusée en forme de T, la chambre de dépôt étant constituée par une des branches latérales du T.

La longueur de la galerie sera telle que la ligne de moindre résistance, menée de la chambre du dépôt à la paroi extérieure du rocher, sera d'au moins 5 mètres.

L'entrée de la galerie sera fermée par une grille en fer et la chambre de dépôt par une porte solide en menuiserie ; la grille et la porte seront munies de serrures de sûreté.

Le sol de la chambre de dépôt sera dallé avec soin, et ses parois seront recouvertes d'un enduit propre à préserver la dynamite de l'humidité.

Art. 3. — Un logement de gardien sera établi à proximité du dépôt.

Art. 4. — Avant que le dépôt puisse être mis en service, etc. (*).

*Arrêté ministériel, du 16 août 1897, instituant à NANTUA, pour le département de l'Ain, une commission de surveillance de bateaux à vapeur, en exécution de l'article 53 du décret du 9 avril 1883 (**) (navigation fluviale).*

(*) Voir *suprà*, p. 81, le décret du 23 mars 1897 (dépôt de dynamite à Saint-Jean-de-Bonnefonds, Loire).

(**) Volume de 1883, p. 209.

Décret du Président de la République, du 17 août 1897, portant institution de la concession des mines de cuivre et métaux connexes de SAN-QUILICO (Corse).

(EXTRAIT.)

Art. 1^{er}. — Il est fait concession à la Société civile des mines de cuivre de San-Quilico, des mines de cuivre et autres métaux connexes, comprises dans les limites ci-après définies, communes de Corte, Soveria, Tralonca et Omessa, arrondissement de Corte, département de la Corse.

Art. 2. — Cette concession, qui prendra le nom de *concession de San-Quilico*, est limitée, conformément au plan annexé au présent décret, ainsi qu'il suit :

Au *sud*, par une ligne brisée ABC formée : 1^o par une ligne droite AB joignant le point A angle sud-ouest de la maison Taddei (col d'Ominanda), au point B, angle nord-ouest de la chapelle de Sainte-Marie-de-Bistuglia ; 2^o par une ligne droite BC, joignant ledit point B au point C, angle sud de la chapelle de San-Rocco ;

A l'*est*, par une ligne droite CD joignant ledit point C au point D, point de rencontre de la rive gauche de la rivière Sumano et du ruisseau de Caldane ;

A l'*ouest*, par une ligne droite DA joignant ledit point D au point A de départ ;

Lesdites limites renfermant une étendue superficielle de sept cent neuf hectares, quatre-vingts ares (709^{ha}, 80^a).

Art. 3. — Il n'est rien préjugé au sujet des gîtes de tout minéral étranger à ceux énoncés à l'article 1^{er} qui peuvent exister dans l'étendue de la concession de San-Quilico.

La concession de ces gîtes de minéral pourra être ultérieurement accordée, s'il y a lieu, dans les formes ordinaires, soit à la société concessionnaire des mines de San-Quilico, soit à une autre personne.

Art. 4. — Les droits attribués aux propriétaires de la surface par les articles 6 et 42 de la loi du 21 avril 1810, modifiée par la loi du 27 juillet 1880, sur le produit des mines concédées, sont réglés à une redevance annuelle de dix centimes (0 fr. 10) par hectare de terrain compris dans la concession.

Art. 5. — La société concessionnaire se conformera aux dispositions du cahier des charges annexé au présent décret, et qui est considéré comme en faisant partie essentielle.

Art. 6. — Si la société concessionnaire veut renoncer à la totalité ou à une partie de la concession, etc. (*).

Art. 7. — Le présent décret sera publié et affiché, aux frais de la société concessionnaire, dans les communes sur lesquelles s'étend la concession.

Art. 8. — Le ministre des travaux publics est chargé, etc.

CAHIER DES CHARGES

DE LA CONCESSION DE SAN-QUILICO.

(EXTRAIT) (*).

Art. 1^{er}. — *Délai d'abornement* : Un an.

Art. 5. — *Distance réservée aux abords des cours d'eau* : 50 mètres.

Art. 6. — Dans le voisinage des chemins de fer, il est interdit à la société concessionnaire d'exploiter, à toute profondeur, sous une zone de terrain limitée à la surface par deux lignes menées parallèlement aux limites du chemin de fer et de ses dépendances et à 20 mètres de distance de ces limites, si elle n'en a obtenu l'autorisation du préfet, donnée sur le rapport des ingénieurs des mines, la compagnie du chemin de fer et le service du contrôle entendus. Dans le voisinage des travaux d'art, ponts, tunnels et viaducs, faisant partie des mêmes chemins, la distance est portée à 40 mètres.

Décret du Président de la République, du 17 août 1897, portant organisation de l'inspection générale des travaux publics des colonies.

Le Président de la République française,
Sur le rapport du ministre des colonies,

Vu la loi du 20 mars 1894, portant création d'un ministère des colonies;

(*) Conforme à l'article 6 du décret du 19 janvier 1897, instituant la concession de Tama (voir *suprà*, p. 7).

(*) Les articles non insérés sont conformes aux articles correspondants du cahier des charges de la concession de Tama (voir *suprà*, p. 10), et portant les mêmes numéros.

Vu le décret du 17 août 1894, constituant au ministère des colonies une inspection générale des travaux publics ;

Décète :

Art. 1^{er}. — Le personnel de l'inspection générale des travaux publics comprend, en dehors de l'inspecteur général, chef du service :

Un ingénieur en chef, adjoint à l'inspecteur général ;

Un chef des études ;

Deux contrôleurs techniques des fabrications, conducteurs des travaux publics ou contrôleurs des mines ;

Deux ingénieurs-inspecteurs des travaux publics.

Art. 2. — Le ministre pourvoit directement aux emplois autres que ceux d'ingénieurs-inspecteurs, sur la proposition de l'inspecteur général des travaux publics, dans la limite des crédits inscrits au budget, et dans les conditions indiquées ci-dessous.

L'ingénieur en chef est pris parmi les ingénieurs en chef ou les ingénieurs de première classe des ponts et chaussées ou des mines, parmi les ingénieurs-inspecteurs des travaux publics des colonies, parmi les ingénieurs chefs de service des travaux publics aux colonies, ou parmi les ingénieurs attachés depuis au moins dix ans, avec ce grade, au ministère des colonies.

Le chef des études est pris parmi les ingénieurs des ponts et chaussées ou des mines, parmi les ingénieurs des colonies, parmi les anciens élèves de l'école des ponts et chaussées, de l'école des mines ou de l'école centrale, munis du diplôme d'ingénieur et en ayant effectivement rempli les fonctions pendant au moins cinq ans.

Les traitements et indemnités alloués à ce personnel sont fixés ainsi qu'il suit :

Ingénieur en chef, de 8.000 à 10.000 francs (par avancements de 1.000 francs) ;

Chef des études, de 6.000 à 7.000 francs (par avancements de 500 francs) ;

Contrôleur technique, de 4.000 à 5.000 francs (par avancements de 500 francs).

Chacune de ces augmentations de solde ne peut être accordée qu'au bout de deux années au minimum.

Les conducteurs des travaux publics et les contrôleurs des mines reçoivent le traitement de leur grade, conformément au décret du 23 février 1894, et une indemnité de résidence de 600 francs.

Art. 3. — Les ingénieurs-inspecteurs sont pris :

1° Parmi les ingénieurs des ponts et chaussées ou des mines comptant au moins cinq ans de service dans ces corps ;

2° Parmi les ingénieurs attachés avec ce grade au ministère des colonies ou à un service colonial depuis au moins cinq ans ;

3° Parmi les anciens élèves de l'école des ponts et chaussées, de l'école des mines ou de l'école centrale, pourvus du diplôme d'ingénieur et ayant effectivement rempli, pendant cinq ans, les fonctions d'ingénieur dans un service de travaux publics ou ayant été, pendant le même temps, en qualité d'ingénieurs, attachés à des exploitations ou chargés d'exploitations de mines.

Les ingénieurs-inspecteurs appartenant à la première catégorie sont nommés par arrêté du ministre des colonies ; ceux des deux autres catégories sont nommés par décret du Président de la République.

Les ingénieurs-inspecteurs reçoivent, en France ou en cours de traversée, un traitement annuel de 9.000 à 12.000 francs et, aux colonies, un traitement double qui, pendant le temps de leur mission effective, leur tient lieu de toute allocation. Ils ont droit, pendant leur mission, au logement, à l'ameublement et aux moyens de transport en nature.

Les traitements des ingénieurs-inspecteurs appartenant aux corps des ponts et chaussées ou des mines sont déterminés entre les limites susindiquées, d'après leur classe dans le grade d'ingénieur.

Les ingénieurs qui n'appartiennent pas à l'un de ces deux corps débutent par le traitement minimum.

Chacune de leurs augmentations de solde ne peut leur être accordée qu'au bout de deux années au minimum et par avancements de 1.000 francs.

Art. 4. — Le ministre des colonies est chargé de l'exécution du présent décret.

Fait à Paris, le 17 août 1897.

FÉLIX FAURE.

Par le Président de la République :

Le Ministre des colonies,

André LEBON.

Décret du Président de la République, du 17 août 1897, portant modification de la nomenclature des établissements dangereux, insalubres ou incommodes.

Le Président de la République française,

Sur le rapport du ministre du commerce, de l'industrie, des postes et des télégraphes,

Vu le décret du 15 octobre 1810, l'ordonnance du 14 janvier 1815 et le décret du 25 mars 1852, sur la décentralisation administrative ;

Vu le décret du 3 mai 1886 (*), déterminant la nomenclature et la division en trois classes des établissements dangereux, insalubres ou incommodes ;

Vu les décrets des 5 mai 1888, 15 mars 1890, 26 janvier 1892, 13 avril 1894, 6 juillet 1896 et 24 juin 1897 (*), qui ont complété cette nomenclature ;

Vu l'avis du comité consultatif des arts et manufactures ;

Le conseil d'État entendu,

Décète :

Art. 1^{er}. — La nomenclature des établissements dangereux, insalubres ou incommodes, contenue dans les tableaux annexés aux décrets des 3 mai 1886, 5 mai 1888, 15 mars 1890, 26 janvier 1892, 13 avril 1894, 6 juillet 1896 et 24 juin 1897, est complétée conformément au tableau annexé au présent décret.

Art. 2. — Le ministre du commerce, de l'industrie, des postes et des télégraphes est chargé de l'exécution du présent décret, qui sera publié au *Journal officiel* de la République française et inséré au *Bulletin des Lois*.

Fait à Paris, le 17 août 1897.

FÉLIX FAURE.

Par le Président de la République :

*Le Ministre du commerce, de l'industrie,
des postes et des télégraphes,
Henry BOUCHER.*

(*) Voir volumes de 1886 (p. 163), de 1888 (p. 205), de 1890 (p. 139), de 1892 (p. 12), de 1894 (p. 537) et de 1897 (*suprà*, p. 335 et 336).

ADDITION

AUX NOMENCLATURES ANNEXÉES AUX DÉCRETS DES 3 MAI 1886, 5 MAI 1888,
- 15 MARS 1890, 26 JANVIER 1892, 13 AVRIL 1894, 6 JUILLET 1896 ET
24 JUIN 1897.

CLASSES	DÉSIGNATION DES INDUSTRIES	INCONVÉNIENTS
1 ^{re}	Acétylène liquide ou comprimé à plus de 1 atmosphère et demie (dépôts de).....	Danger d'explosion et d'incendie.
	Artifices (dépôts de pièces de) :	
1 ^{re}	De 2.000 k. et au dessus.....	
2 ^e	De 300 k. à 2.000 k. exclusivement....	
3 ^e	De 100 k. à 300 k. exclusivement.....	

Vu pour être annexé au décret du 17 août 1897.

*Le Ministre du commerce, de l'industrie,
des postes et des télégraphes,
Henry BOUCHER.*

*Décret du Président de la République, du 18 août 1897, portant
réorganisation des services des travaux publics, en Algérie.*

Le Président de la République française,
Vu le décret du 31 décembre 1896, relatif à la réorganisation
administrative de l'Algérie ;

Vu les propositions présentées par le gouverneur général de
l'Algérie, aux dates des 6, 8, 9 et 10 mars 1897 ;

Sur le rapport du ministre des travaux publics,
Décrète :

TITRE I.

PERSONNEL DES TRAVAUX PUBLICS.

Art. 1^{er}. — Les fonctionnaires et agents du cadre métropolitain
dont la désignation suit, sont mis, lorsqu'il y a lieu, par le
ministre des travaux publics, à la disposition du gouverneur géné-

ral de l'Algérie et considérés comme étant en service détaché, savoir :

Inspecteurs généraux, ingénieurs en chef et ingénieurs ordinaires des ponts et chaussées et des mines, sous-ingénieurs des ponts et chaussées, — conducteurs des ponts et chaussées, — contrôleurs des mines, — officiers et maîtres de port, — contrôleurs généraux, — inspecteurs principaux et particuliers de l'exploitation commerciale des chemins de fer, — contrôleurs comptables et du travail, — commissaires de surveillance administrative des chemins de fer.

La nomination en Algérie de tous les fonctionnaires et agents ci-dessus désignés n'a lieu qu'après avis du gouverneur général.

Art. 2. — L'inspection des services de travaux publics de l'Algérie est confiée à un inspecteur général des ponts et chaussées, qui réside à Alger.

L'inspection des services des mines de l'Algérie est confiée à un inspecteur général des mines, qui réside à Alger.

Le contrôle des chemins de fer algériens est dirigé par un inspecteur général des ponts et chaussées ou des mines, qui réside à Paris.

Les trois inspecteurs généraux ci-dessus désignés ont voix délibérative dans divers conseils et comités institués près le ministère des travaux publics, et au sein desquels leurs fonctions les appellent à siéger.

Art. 3. — Le ministre des travaux publics statue, après avis du gouverneur général, sur toutes les questions relatives aux organisations générales de services, à l'avancement et aux mesures disciplinaires concernant le personnel des travaux publics détaché en Algérie. Il fixe également, après avis du gouverneur général, la résidence des ingénieurs en chef et ordinaires, sous-ingénieurs, officiers et maîtres de port, contrôleurs généraux, inspecteurs principaux et particuliers de l'exploitation commerciale des chemins de fer.

Le gouverneur général statue sur les allocations d'indemnités et secours. Il peut, en cas d'urgence, et sauf à en référer immédiatement au ministre, suspendre tout fonctionnaire ou agent de ses fonctions. Il fixe la résidence des conducteurs des ponts et chaussées, des contrôleurs des mines, des commis des ponts et chaussées et des mines, des commissaires de surveillance administrative des chemins de fer et des agents inférieurs. Il détermine les limites des subdivisions de conducteur des ponts et chaussées et de contrôleur des mines.

Art. 4. — Les commis des ponts et chaussées et des mines, les maîtres et gardiens de phare et autres agents inférieurs appartiennent au cadre algérien. Toutes les attributions réservées au ministre des travaux publics, en ce qui les concerne, sont dévolues au gouverneur général de l'Algérie.

Toutefois le ministre des travaux publics peut, après entente avec le gouverneur général, prononcer le passage de l'un de ces agents du cadre métropolitain dans le cadre algérien, et réciproquement.

TITRE II.

SERVICES RESSORTISSANT AU MINISTÈRE DES TRAVAUX PUBLICS.

Art. 5. — Les lois et décrets qui régissent en France les services ressortissant au ministère des travaux publics s'appliquent en Algérie dans toutes celles de leurs dispositions auxquelles il n'est pas dérogé par la législation spéciale de ce pays.

Art. 6. — Le gouverneur général a, en Algérie, en matière de travaux publics, de grande voirie, d'outillage des ports maritimes, de contrôle des voies ferrées, de surveillance des mines, minières, carrières et appareils à vapeur établis à terre ou à bord des bateaux, et généralement dans toutes les matières ressortissant dans la métropole au ministère des travaux publics, les mêmes attributions que le ministre dans la métropole, sous les réserves indiquées aux articles suivants.

Art. 7. — Dans tous les cas où le gouverneur général reconnaît l'utilité de prendre l'avis de l'un des conseils ou comités institués près le ministère des travaux publics, cette consultation est provoquée par les soins du ministre, auquel le dossier est transmis à cet effet, et qui le renvoie ensuite au gouverneur général avec l'avis qui a été émis.

Art. 8. — Toutes les fois que, pour les matières visées à l'article 6, il doit être statué par une loi ou un décret, la loi ou le décret sont, après instruction de l'affaire sur place par le gouverneur général, préparés, soumis aux Chambres ou au conseil d'État, et contresignés par le ministre des travaux publics.

Art. 9. — Le gouverneur général fournit une situation annuelle des emprunts contractés par application de l'article 11 de la loi du 30 janvier 1893, sur la marine marchande, ainsi que les comptes statistiques qui sont jugés nécessaires.

Il n'approuve les comptes et budgets présentés par les concessionnaires d'un outillage public dans les ports maritimes de commerce qu'après avis de la commission de vérification des comptes et budgets des chambres de commerce, instituée au ministère des travaux publics.

Art. 10. — Le service central des phares et balises reste chargé, sous l'autorité directe du ministre des travaux publics, de la fourniture en Algérie des appareils d'éclairage, des huiles minérales, des mèches, des cheminées en cristal et des chaînes ou manilles des bouées, ainsi que des réparations ou modifications de ces appareils qui doivent être exécutées à Paris.

Ce service reste également chargé de dresser les projets et marchés nécessaires à l'acquisition de ces fournitures, lesquels sont approuvés par le ministre des travaux publics; il a la gestion des dépenses y relatives; elles sont soldées par le ministère des travaux publics et remboursées par le gouverneur général de l'Algérie au moyen de virements de compte.

Sur la demande du gouverneur général, les ingénieurs et conducteurs du service central peuvent recevoir du ministre des travaux publics des missions en Algérie ayant pour objet l'examen de questions d'ordre technique se rapportant à l'éclairage et au balisage. Les frais de ces missions sont soldés par le ministère des travaux publics et remboursés par le gouvernement général de l'Algérie.

Art. 11. — Le gouverneur général soumet au ministre des travaux publics toutes les questions de chemins de fer pour lesquelles la décision a été réservée au ministre par les actes de concession.

Les tarifs continuent à être homologués par le ministre des travaux publics qui statue également sur les frais accessoires et sur les délais de transport.

Il reste, en outre, chargé du règlement des garanties d'intérêts et subventions, ainsi que de l'ordonnancement des dépenses y relatives, tant pour les chemins de fer d'intérêt général que pour ceux d'intérêt local et les tramways.

Art. 12. — Dans tous les cas où le ministre des travaux publics doit statuer en matière de mines, minières, carrières et appareils à vapeur, après avis du conseil général des mines ou de la commission centrale des machines à vapeur, le gouverneur général statue après avis du conseil du gouvernement, en usant d'ailleurs, s'il le juge utile, de la faculté que lui donne l'article 7.

Art. 13. — L'envoi au ministre des travaux publics du budget

des travaux publics de l'Algérie, préparé par le gouverneur général conformément à l'article 9 du décret du 31 décembre 1896, est accompagné de toutes les justifications que le ministre juge nécessaires.

Fait à Paris, le 18 août 1897.

FÉLIX FAURE.

Par le Président de la République :

Le Ministre des travaux publics,

TURREL.

CIRCULAIRES ET INSTRUCTIONS

ADRESSÉES

AUX PRÉFETS, AUX INGÉNIEURS DES MINES, ETC.

INGÉNIEURS DE L'ÉTAT AUTORISÉS A ENTRER AU SERVICE
DE L'INDUSTRIE PRIVÉE.

A M. le Préfet du département d

Paris, le 9 août 1897.

Monsieur le Préfet, j'ai l'honneur de vous adresser ampliation d'un décret du 19 juillet 1897 (*), ayant pour objet de modifier les décrets des 13 octobre et 24 décembre 1851 (**), portant organisation des corps des ponts et chaussées et des mines, et d'abroger le décret du 30 octobre 1879 (***), relatif aux congés renouvelables des ingénieurs des ponts et chaussées et des mines.

Aux termes de l'article 37 du décret du 13 octobre 1851 et de l'article 41 du décret du 24 décembre de la même année, les dispositions relatives aux positions diverses et aux congés des ingénieurs sont applicables aux conducteurs des ponts et chaussées et aux contrôleurs des mines.

J'adresserai prochainement des instructions à tous ceux de ces fonctionnaires qui sont actuellement en congé renouvelable ou en congé sans traitement pour les inviter à faire régulariser leur situation dans le plus bref délai possible.

J'envoie un exemplaire de la présente circulaire à MM. les ingénieurs en chef.

Recevez, etc.

Le Ministre des travaux publics.

Pour le Ministre et par autorisation :

Le Directeur du personnel et de la comptabilité,
RABEL.

(*) Voir *suprà*, p. 345.

(**) D. du 13 octobre 1851 : Organisation du corps des ponts et chaussées ; D. du 24 décembre 1851 : *Annales des Mines*, 2^e volume de 1851, p. 726.

(***) Volume de 1879, p. 348.

PERSONNEL. — MAINTIEN EN ACTIVITÉ APRÈS L'ADMISSION A LA RETRAITE.

A M. *Ingénieur en chef à*

Paris, le 16 août 1897.

Monsieur l'Ingénieur en chef, un décret du 27 mai 1897 (*), rendu sur la proposition de M. le ministre des finances et dont vous trouverez ci-joint une ampliation, a modifié l'article 47 du règlement d'administration publique du 9 novembre 1853 (**) relatif au maintien en service des fonctionnaires et agents après leur admission à la retraite.

Le texte de ce document ne nécessite aucune explication spéciale : je me bornerai donc à vous faire connaître les quelques dispositions de détail que j'ai adoptées en vue d'assurer l'exécution du décret précité en ce qui concerne le ministère des travaux publics.

Vous remarquerez tout d'abord que, contrairement à ce qui se passait jusqu'à présent, la prolongation des services pour les agents en instance de pension doit à l'avenir être la règle dans tous les cas d'admission à la retraite à titre d'ancienneté. La cessation immédiate des fonctions, dès que l'admission à la retraite est prononcée, deviendra au contraire l'exception et n'aura lieu que dans les cas suivants, limitativement prévus dans ledit décret, savoir :

- 1° sur la demande de l'intéressé ;
- 2° par suite de suppression d'emploi ;
- 3° dans l'intérêt du service, et il convient de faire rentrer sous cette rubrique tous les cas d'admission à la retraite par suite d'invalidité, d'accident ou d'infirmités, puisque alors le droit à une pension exceptionnelle n'est ouvert que si l'intéressé a été reconnu hors d'état de continuer ses fonctions.

Lorsque vous me transmettez une proposition d'admission à la retraite à titre d'ancienneté soit sur la demande préalable de l'intéressé, soit d'office, vous aurez à me faire connaître si l'agent doit quitter immédiatement son poste ou s'il peut, au contraire, être maintenu provisoirement en activité jusqu'à la remise de

(*) Voir *suprà*, p. 305.

(**) Volume de 1853, p. 366.

son brevet de pension. En ce qui concerne les agents soumis à des limites d'âge en vertu des règlements spéciaux (sous-ingénieurs et conducteurs des ponts et chaussées, contrôleurs des mines, etc.), et pour lesquels vous n'aviez aucune proposition à m'adresser jusqu'à présent, vous devrez me faire parvenir un rapport spécial relativement au maintien éventuel en activité, dans les deux mois qui précéderont la date à laquelle l'agent sera atteint par la limite d'âge réglementaire.

Dans tous les cas de maintien en fonctions après l'admission à la retraite, le traitement continuera à être mandaté jusqu'à la remise du titre. En conséquence, vous serez à l'avenir chargé de remettre aux agents sous vos ordres les titres de pension qui précédemment leur étaient transmis par les soins de MM. les préfets. La lettre ministérielle qui accompagnera ces titres fixera l'époque à partir de laquelle le traitement cessera d'être payé.

J'ajouterai, en terminant, que les ingénieurs de tous grades, étant nécessairement admis à la retraite à date fixe par application des articles 30 et 29 des décrets-lois des 13 octobre (*) et 24 décembre 1851 (**), ne pourront, sauf exceptions spéciales et motivées, bénéficier des dispositions du décret du 27 mai 1897 : ils continueront en conséquence, comme par le passé, à quitter le service au jour déterminé pour leur admission à la retraite.

Recevez, etc.

Le Ministre des travaux publics,
TURREL.

COMPTABILITÉ. — AGENTS EN NON-ACTIVITÉ.
RETENUES POUR LE SERVICE DES PENSIONS CIVILES.

A M. le Préfet du département d

Paris, le 21 août 1897.

Monsieur le Préfet, l'article 40 de la loi de finances du 28 décembre 1895 dispose que « les retenues à verser annuellement « par les fonctionnaires en congé, en non-activité ou en disponibilité, qui sont admis, par la loi du 9 juin 1853 (***), à conserver

(*) Décret portant organisation du corps des ponts et chaussées.

(**) *Annales des Mines*, 2^e volume de 1851, p. 726.

(***) Volume de 1853, p. 146.

« leurs droits à la retraite, ne peuvent être inférieures à celles
« qu'ils supportaient sur leur dernier traitement d'activité.

« Toutefois cette disposition n'est pas applicable aux fonction-
« naires en congé pour maladie.

“ ”

J'ai l'honneur de vous adresser ci-après des instructions en vue
de l'exécution de ces prescriptions.

Je ferai remarquer, tout d'abord, que la nouvelle mesure ne
vise, en ce qui concerne le ministère des travaux publics, que les
fonctionnaires *en disponibilité* ou *en retrait d'emploi avec portion
de traitement* et ceux qui sont *payés partie sur le budget de l'État,
partie sur des fonds départementaux, communaux ou autres.*

Pour chacun de ces trois cas, où le fonctionnaire ne reçoit
qu'une partie du traitement d'activité sur le budget de l'État, le
recouvrement des retenues donnera lieu à deux opérations bien
distinctes : la retenue normale de 5 0/0 afférente au *traitement
réduit* figurera sur chacun des mandats émis au nom du fonc-
tionnaire; elle sera par suite précomptée au moment du paye-
ment, conformément à l'article 5 du décret du 9 novembre 1853 (*),
et elle sera directement appliquée au compte des retenues pour
le service des pensions (retenues 5 0/0) par le trésorier général
sur la caisse duquel les mandats auront été émis.

Quant aux retenues correspondant à la différence entre le trai-
tement d'inactivité et le dernier traitement d'activité, elles seront
centralisées dans les écritures du receveur central de la Seine;
elles feront, en conséquence, l'objet de titres de perception émis
par l'Administration centrale, et les encaissements pourront être
effectués par tous les receveurs des finances, dans les mêmes
conditions que lorsqu'il s'agit d'agents en service détaché ou en
congé illimité.

Les titres de perception relatifs à ces retenues se composeront :
1° d'un état nominatif et collectif conforme au modèle ci-joint
qui sera dressé d'avance pour l'année entière et comprendra tous
les agents en non-activité à la date du 1^{er} janvier; 2° d'états tri-
mestriels modificatifs mentionnant soit les augmentations, soit
les diminutions susceptibles d'affecter, en cours d'année, le
chiffre des retenues portées sur l'état annuel.

Pour permettre à la cour des comptes d'opérer les rapproche-
ments utiles à son contrôle, les mandats de traitement délivrés

(*) Volume de 1853, p. 366.

au profit des agents placés dans l'une des situations administratives dont il est parlé ci-dessus, indiqueront le montant du dernier traitement d'activité touché par le titulaire, et, en outre, le numéro d'ordre sous lequel celui-ci est compris dans le titre de perception collectif (colonne 1).

Les instructions qui précèdent ne sont pas applicables aux fonctionnaires mis en congé temporaire avec réduction de traitement, soit pour maladie, soit pour toute autre cause. Dans ce cas spécial le traitement continuera, comme par le passé, à être mandaté intégralement, et on attribuera au service des pensions civiles, outre la retenue ordinaire de 5 0/0, la portion nette du traitement non conservée.

Ces diverses dispositions entreront en vigueur à dater du 1^{er} octobre 1897.

Afin de me permettre d'établir le titre général de perception pour l'année courante, vous voudrez bien, au reçu de la présente circulaire, dresser dans la forme du modèle ci-annexé et me faire parvenir le tableau des fonctionnaires ou agents des mines placés dans l'une des situations visées par l'article 40 de la loi du 28 décembre 1895 et dont vous mandatez le traitement. MM. les ingénieurs en chef des ponts et chaussées devront, de leur côté, m'adresser un tableau semblable concernant leur service. Ces tableaux seront fournis en double expédition, dont l'une sera renvoyée aux ordonnateurs intéressés après que l'Administration aura inscrit, dans la colonne 1, le numéro sous lequel l'agent figure dans l'état général, numéro qui doit être rappelé sur les mandats de traitement.

Vous voudrez bien, ainsi que MM. les ingénieurs, m'adresser également en double expédition des tableaux identiques chaque fois qu'un agent sera à l'avenir placé dans l'une des positions ci-dessus visées.

J'adresse ampliation de la présente circulaire à MM. les ingénieurs en chef des ponts et chaussées et des mines.

Recevez, etc.

Le Ministre des travaux publics.

Pour le Ministre et par autorisation :

Le Directeur du personnel et de la comptabilité,
RABEL.

MINISTÈRE DES TRAVAUX PUBLICS.

DIRECTION DU PERSONNEL ET DE LA COMPTABILITÉ.

DIVISION DU PERSONNEL.

3^e BUREAU.

ÉTAT

des sommes à verser, à titre de retenues pour pensions civiles, par les fonctionnaires en disponibilité ou en non-activité, admis par la loi du 9 juin 1853 à conserver leurs droits à la retraite.

(Exécution de l'article 40 de la loi de finances du 28 décembre 1893.)

ANNÉE 189 .

MONTANT DERNIER aiement l'activité 4	MONTANT du TRAITEMENT d'inactivité (1) 7	TRAITEMENT passible DE RETENUES en vertu du présent titre (2) 8	RETENUES DE 5 P. 0/0 à encaisser par le receveur central de la Seine 9	OBSERVATIONS 10

■ comptables qui procèdent au paiement.
nos 6 et 7.

COMPTABILITÉ. — RETENUE DU PREMIER DOUZIÈME.
APPLICATION DE L'ARTICLE 28 DE LA LOI DU 29 MARS 1897.

A M. le Préfet du département d

Paris, le 27 août 1897.

Monsieur le Préfet, l'article 28 de la loi du 29 mars 1897 (*), portant fixation du budget général des dépenses et des recettes de l'exercice 1897, a spécifié que les fonctionnaires et employés directement rétribués par l'État seraient, à l'avenir, autorisés à verser par quart le montant de la retenue du premier douzième de traitement à laquelle ils sont assujettis lors de la première nomination ou, dans le cas de réintégration, en vertu de l'article 3, 2°, de la loi du 9 juin 1853 (**) sur les pensions civiles.

Un décret en date du 28 juillet 1897 (***) portant règlement d'administration publique, et dont le texte est annexé à la présente circulaire, a déterminé les conditions d'exécution de cette nouvelle mesure.

En notifiant aux comptables du Trésor les dispositions des loi et décret ci-dessus, M. le ministre des finances a examiné divers points sur lesquels l'attention des ordonnateurs pourra être appelée. Il s'est exprimé comme il suit :

I. — Dispositions générales. Nouveau mode de prélèvement de la retenue du premier douzième sur les quatre premières mensualités acquises aux fonctionnaires et employés. « Aux termes de l'article premier de ce décret, la retenue du douzième que les fonctionnaires et employés doivent supporter sur leurs rétributions, lors de la première nomination ou en cas de réintégration, est exercée par quart sur les quatre premières allocations qui sont acquises pour un mois entier au fonctionnaire ou à l'employé.

« La loi nouvelle a eu pour but d'éviter aux agents de l'État la situation difficile où les plaçait, à un moment où ils avaient à supporter des frais d'installation, l'obligation imposée par l'article 3 de la loi de 1853 de verser immédiatement au Trésor la totalité de leur premier mois de traitement ; elle leur accorde à

(*) Voir *suprà*, p. 90.

(**) Volume de 1853, p. 146.

(***) Voir *suprà*, p. 356.

cet effet, pour se libérer, un délai déterminé de telle sorte que la retenue du douzième ne puisse absorber plus du quart de leur traitement mensuel net, c'est-à-dire après prélèvement de la retenue de 5 0/0. Dans cet ordre d'idées, l'expression *mensualité* dont s'est servie la loi doit s'entendre du traitement acquis pour *un mois entier*. Lors donc que le point de départ de la liquidation du traitement se trouvera fixé au premier d'un mois, on prélèvera simplement sur le traitement afférent à chacun des quatre premiers mois (déduction faite, bien entendu, de la retenue du vingtième) une somme égale au quart du premier douzième. Quand, au contraire, un fonctionnaire aura été installé dans le cours d'un mois, le prorata du traitement net afférent à ce mois lui sera payé intégralement, et la retenue du premier douzième ne commencera à être exercée que sur la mensualité suivante.

« D'une manière générale, je crois devoir faire remarquer que, dans le cas où le premier douzième net n'est pas exactement divisible par 4, les centimes non divisibles doivent être prélevés avec le premier quart de ce douzième.

« A ce propos, il me paraît utile d'entrer incidemment dans quelques explications au sujet de l'établissement des décomptes de liquidation des retenues de premier douzième d'augmentation, bien que ces explications ne se rattachent pas directement à l'objet de la présente circulaire : l'article 63 du règlement de comptabilité du ministère des finances, en date du 26 décembre 1866, spécifie, *in fine*, que chaque fraction de centime est complétée par un centime entier au profit du Trésor ; mais ce forcement ne saurait être appliqué qu'à la retenue de 5 0/0, qui est prélevée la première ; le douzième d'augmentation à retenir ensuite, représentant la différence entre le traitement net ancien et le traitement net nouveau, ne peut comporter de fraction de centimes à forcer ou à négliger. Par suite, pour une augmentation de 100 francs, le douzième peut être de 7 fr. 91 ou de 7 fr. 93, suivant les cas ; ainsi dans le cas d'un employé ayant un traitement de 1.000 francs, le douzième de ce traitement étant de 83 fr. 33, et la retenue de 5 0/0 de 4 fr. 17, le douzième net s'élèvera à 79 fr. 16 ; si le même agent obtient une augmentation de 100 francs, le douzième d'un traitement de 1.100 francs étant de 91 fr. 66, le 5 0/0 sera de 4 fr. 59 et le douzième net de 87 fr. 07 ; la retenue à subir pour augmentation sera égale à la différence entre 79 fr. 16 et 87 fr. 07, soit 7 fr. 91. Pour une seconde augmentation de 100 francs, le douzième du traitement de 1.200 francs

étant 100 francs, la retenue de 50/0 de 5 francs et le douzième de 95 francs, la retenue à subir pour augmentation devra être égale à la différence entre 87 fr. 07 et 95 francs, soit 7 fr. 93.

« Il est du reste de règle, et ces quelques exemples en donnent la preuve, que la première mensualité nette des retenues payée sur le pied du nouveau traitement doit toujours être égale à la dernière mensualité de l'ancien traitement.

II. — Dispositions relatives au cas de décès, de démission ou de révocation. Mesures à prendre pour assurer le recouvrement de la créance du Trésor, dans le cas où l'agent démissionnaire ou révoqué est ensuite réintégré, ainsi que dans le cas où le fonctionnaire qui a cessé temporairement son service est rappelé à l'activité. « Il résulte des dispositions de l'article 2 du décret qu'en cas de décès, de démission ou de révocation d'un agent, avant que la retenue du douzième ait été intégralement effectuée, le reliquat restant dû sur cette retenue deviendra immédiatement exigible jusqu'à concurrence des sommes acquises à l'agent sur son traitement ; si le reliquat du traitement est insuffisant pour couvrir la dette de l'agent, il ne sera exercé aucune poursuite contre lui, ni contre ses représentants.

« Toutefois, si l'agent démissionnaire ou révoqué est ultérieurement réintégré dans le même emploi ou dans un emploi différent, le Trésor reprend ses droits et ce, sans préjudice de l'application des dispositions de l'article 25 du décret du 9 novembre 1853 (*), d'après lequel « le fonctionnaire démissionnaire « révoqué ou destitué, s'il est admis dans un emploi assujéti à la « retenue, subit de nouveau la retenue du premier mois de son traitement... » Un fonctionnaire réintégré pourra donc avoir à subir simultanément deux retenues, savoir : d'une part, la totalité du reliquat de la retenue du douzième dont le premier traitement était passible et dont l'agent ne s'était pas encore libéré au moment de sa sortie de fonctions, et, d'autre part, la retenue du douzième de son nouveau traitement, répartie sur quatre mensualités. Par suite, les comptables devront, avant de payer le traitement d'un fonctionnaire réintégré, exiger la preuve que le premier douzième de l'ancien traitement a été intégralement versé au Trésor, à moins que cette preuve ne résulte implicitement de ce fait que le fonctionnaire réintégré avait été, avant sa démission ou sa révocation, plus de cinq mois en fonctions.

« En ce qui concerne les fonctionnaires ayant cessé tempo-

(*) Volume de 1853, p. 366.

rairement leurs fonctions, soit pour remplir leurs obligations militaires, soit pour cause de maladie, il ne sera pas fait application des dispositions qui prescrivent de prélever, sur le prorata acquis du traitement au moment de la sortie de fonctions, la totalité de ce qui restera dû sur la retenue du douzième. Mais quand ces mêmes agents seront réintégrés dans leurs fonctions ou dans des fonctions différentes, le prélèvement par quart de ce douzième sera repris sur le premier traitement mensuel intégralement acquis, indépendamment de la retenue immédiate du douzième de l'augmentation de traitement qui aurait pu leur être attribué au moment de cette réintégration. »

Les dispositions qui précèdent devant être appliquées à tous les fonctionnaires et agents de l'État dont les traitements sont soumis aux retenues pour pensions, en exécution de la loi du 9 juin 1853, je vous prie de vouloir bien en assurer l'exécution en ce qui concerne mon département.

J'adresse ampliation de la présente circulaire à MM. les ingénieurs en chef.

Recevez, etc.

Le Ministre des travaux publics,

TURREL.

CAISSES DE SECOURS ET DE RETRAITES DES OUVRIERS MINEURS. —
SURVEILLANCE DE L'ADMINISTRATION SUR LES SOCIÉTÉS DE SECOURS.

A M. le Préfet du département d

Paris, le 30 août 1897.

Monsieur le Préfet, conformément aux prescriptions de l'article 15, § 2, de la loi du 29 juin 1894 (*), sur les caisses de secours et de retraites des ouvriers mineurs, les sociétés de secours constituées en vertu du titre III de la loi m'ont fait parvenir, dans les formes déterminées par la circulaire du 10 janvier 1896 (**), le compte rendu de leurs opérations au cours de l'année dernière.

L'examen des états produits a permis de reconnaître que, d'une

(*) Volume de 1894, p. 358.

(**) Volume de 1896, p. 59.

façon générale, les sociétés de secours ont fonctionné d'une manière très correcte ; l'Administration a été heureuse de constater la bonne volonté et le soin avec lesquels les conseils d'administration se sont acquittés de la tâche qu'ils ont assumée. Cependant, quelques-unes des stipulations de la loi n'ont pas été partout observées. Il conviendra que les ingénieurs des mines, dans leurs visites d'inspection des sociétés, portent spécialement leur attention sur les points que je vais signaler et adressent, lorsqu'il en sera besoin, les observations nécessaires :

1^o L'article 8 de la loi du 29 juin 1894 porte qu'en cas de maladie entraînant une incapacité de travail de plus de quatre jours avec suppression du salaire, la caisse de la société de secours versera, à la fin de chaque semestre, au compte individuel du sociétaire participant à une caisse de retraites, une somme au moins égale à 5 0/0 de l'indemnité de maladie prévue par les statuts.

Cette prescription a été perdue de vue dans un certain nombre de sociétés ; aucun versement à la caisse des retraites n'y a été effectué, au détriment des intéressés dont la pension de retraite se trouvera ultérieurement réduite dans la mesure correspondante. C'est là une circonstance fâcheuse qu'il importe de ne pas laisser se reproduire. Si le fait provenait de ce que les membres participants ne sont pas en possession d'un livret sur une caisse de retraites, les ingénieurs devraient agir auprès de l'exploitant, en lui rappelant les obligations que l'article 2 de la loi lui impose et la responsabilité qu'il encourt en ne les remplissant pas.

2^o D'après l'article 16 de la loi, le conseil d'administration fixe, à la fin de chaque année, sur les excédents disponibles, les sommes à laisser dans la caisse pour en assurer le service et celles à déposer à la caisse des dépôts et consignations.

J'ai constaté que fréquemment la partie de la réserve qui n'est pas nécessaire pour assurer le service de la caisse est déposée simplement à la caisse d'épargne ou même remise entre les mains de l'exploitant. Le dépôt ainsi opéré est irrégulier. La loi prescrit formellement qu'il doit être effectué à la caisse des dépôts et consignations, et les membres du conseil d'administration sont solidairement responsables, ainsi qu'il est dit à l'article 16, § 1^{er}, de l'accomplissement de cette formalité. On ne peut admettre le dépôt à la caisse d'épargne que de la partie des sommes conservées pour assurer le service, qui ne sera pas utile à tout instant pour les besoins courants. La réserve proprement dite doit, je le répète, être déposée à la caisse des dépôts et consignations.

Au cas où une partie du fonds de roulement serait placée à la caisse d'épargne dans les conditions qui viennent d'être dites, le conseil d'administration doit veiller, sous sa responsabilité, à ce qu'il ne soit pas acquis d'office des rentes pour la société; pareille acquisition lui est légalement interdite, en vertu de l'article 16, § 1^{er}.

3° Il arrive parfois qu'à la suite de dons manuels faits à une société, soit par l'ancienne société de prévoyance qu'elle a remplacée, soit par l'exploitant, ou pour toute autre cause, la réserve s'élève à une somme qui dépasse le double des recettes de l'année.

Cette situation est contraire aux dispositions de l'article 16, § 3, de la loi, et il convient que le conseil d'administration prenne, aussitôt qu'elle se produit, les mesures nécessaires pour y parer. Il semble, d'après l'expérience qui a pu en être faite déjà, que le meilleur moyen à employer est de réduire le taux des cotisations ou même de suspendre tout versement jusqu'au moment où la réserve se trouve ramenée dans les limites légales.

Je vous prie, Monsieur le Préfet, de vouloir bien m'accuser réception de la présente circulaire, dont j'adresse directement ampliation aux ingénieurs des mines.

Recevez, etc.

Le Ministre des travaux publics,
TURREL.

PERSONNEL.

Ingénieurs.

PROMOTIONS.

Décret du 18 août 1897. — **M. Pouyanne**, Ingénieur en Chef de 1^{re} classe, est nommé Inspecteur général de 2^e classe, pour prendre rang à dater du 1^{er} septembre 1897.

DÉCISIONS DIVERSES.

Arrêté du 3 août 1897. — **MM. Worms de Romilly et Nivoit**, Inspecteurs généraux de 2^e classe, sont nommés membres de la Commission centrale des machines à vapeur, en remplacement de **MM. Castel**, retraité, et **Villot**, décédé.

Arrêté du 24 août. — **M. Pouyanne**, nommé Inspecteur général de 2^e classe, par décret du 18 août, est mis à la disposition du Gouverneur général de l'Algérie pour être chargé de l'inspection du service des mines de la Colonie.

Il sera considéré comme étant en service détaché.

Ces dispositions auront leur effet à dater du 1^{er} septembre 1897.

Arrêté du 24 août. — **M. Jacob**, Ingénieur ordinaire de 1^{re} classe, à Alger, a été mis à la disposition du Gouverneur général de l'Algérie, pour être chargé du service de l'arrondissement minéralogique d'Alger et du contrôle de l'exploitation technique des chemins de fer de l'Algérie, en remplacement de **M. Pouyanne**, nommé Inspecteur général.

M. Jacob remplira les fonctions d'Ingénieur en Chef, tout en conservant ses attributions actuelles.

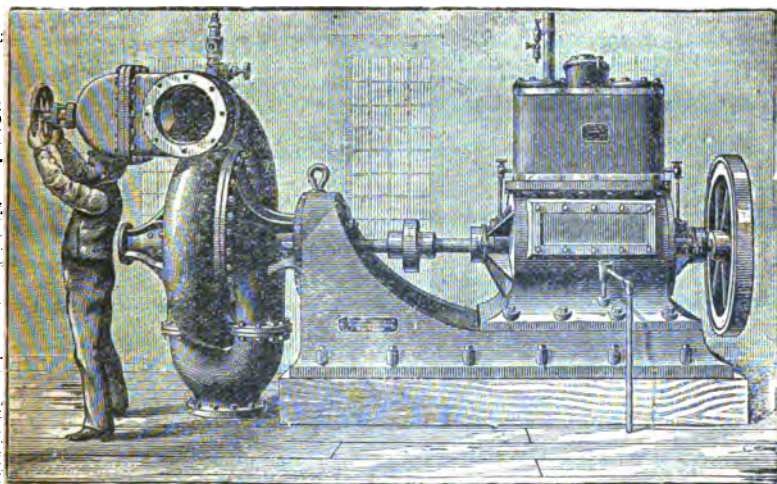
Il sera considéré comme étant en service détaché.

Ces dispositions auront leur effet à dater du 1^{er} septembre 1897.

Machine à vapeur

“ WESTINGHOUSE ”

**SPÉCIALE POUR ÉCLAIRAGE ÉLECTRIQUE
POMPES ET VENTILATEURS**



Moteur accouplé directement à une pompe

PIERSON

54, faubourg Montmartre, 54

PARIS

MASIN D'EXPOSITION

7, rue Lafayette, 47

COMPTOIR GÉOLOGIQUE ET MINÉRALOGIQUE

ALEXANDRE STUER

Fournisseur de l'État. — 40, rue des Mathurins. — PARIS

*Matières premières minérales, Minerais et Minéraux de tous pays pour les Arts,
les Sciences et l'Industrie.*COLLECTIONS SOIGNÉES DE MINÉRAUX ET FOSSILES POUR L'ENSEIGNEMENT ET FOURNITURES
POUR UNIVERSITÉS ET MUSÉES.Instruments spéciaux pour la récolte, la préparation,
le rangement et la conservation en collection des minéraux et des fossiles.

USINE DU COQ FRANÇAIS

Manufacture générale de caoutchouc souple et durci à ROUBAIX (Nord)

ÉMILE DEGRAVE

INGÉNIEUR BREVETÉ S. O. D. G.)

TÉLÉGRAPHE :

Émile DEGRAVE, Roubaix.

TÉLÉPHONE

Spécialité de Caoutchouc pour l'Industrie

NOUVEAUX SEGMENTS FLEXIBLES ANTIFRICTION (Brevetés)

Pour garnitures de Pistons, de Pompes et de Condensateurs combinés d'acier et de caoutchouc
(Composition antifricition). — Demander Tarifs

EMPLACEMENT RÉSERVÉ

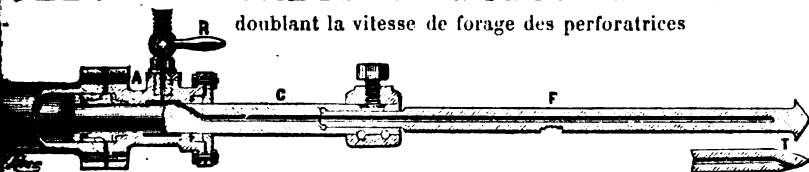
à

MM. ROGERS & H. BOULTE**1, Rue Saint-Georges****P A R I S**

C. BORNET, Ingénieur, 10, rue Saint-Ferdinand, PARIS
PERFORATRICES ROTATIVES et à PERCUSSION
 mues à bras ou par l'eau, la vapeur et l'Electricité

FLEURETS CREUX A INJECTION D'EAU

doublant la vitesse de forage des perforatrices



APPLICATION AUX MINES, CARRIÈRES ET TRAVAUX PUBLICS
Prospectus et renseignements franco sur demande

A LOUER

COMPAGNIE FRANÇAISE
POUR L'EXPLOITATION DES PROCÉDÉS

THOMSON - HOUSTON

CAPITAL: 25.000.000 DE FRANCS

Transmission de l'Énergie à grande distance

PAR COURANTS TRIPHASÉS

TRANSFORMATEURS DE 1.000 A 65.000 WATTS

Convertisseurs de courant triphasé en courant continu

TRACTION ÉLECTRIQUE

EN EUROPE: Le Havre. — Lyon. — Rouen. — Bordeaux. — Roubaix
 Tourcoing — Le Raincy. — Milan. — Varese. — Rome. — Porto

Belles. — Belgrade. — Dublin. — Bristol. — Leeds. — Gotha. — Brême. — Hambourg. — Erfurt
 Remscheid. — Barmen. — Elbing. — Munich. — Elberfeld. — Wiesbaden

EN SERVICE

DANS LE MONDE ENTIER

1000 kilomètres de ligne

23.000 voltures



ÉCLAIRAGE A ARC
 ET A INCANDESCENCE

INDUSTRIE MINIÈRE

PERFORATRICES à ROTATION et à PERCUSSION

HAVEUSES

Locomotives bases pour mines

EMPLACEMENT RÉSERVÉ

à

MM. ROGERS & H. BOULTE

1, Rue Saint-Georges

PARIS

DIPLOME D'HONNEUR
ANVERS 1894

GRANDS PRIX
LYON 1894. — ATLANTA 1895

DIPLOME D'HONNEUR
AMSTERDAM 1895

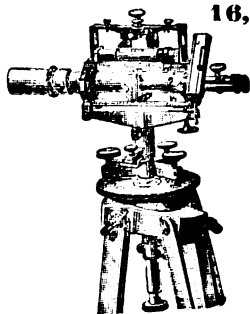
A. BERTHÉLEMY

Constructeur, Breveté S. G. D. G. en France et à l'Étranger

16, RUE DAUPHINE, 16 — PARIS

PONTHUS & THERRODE (A.M.)

SUCCESEURS



CATALOGUE
GÉNÉRAL



NOUVELLE
ÉDITION



**INSTRUMENTS DE MATHÉMATIQUES, OPTIQUE, GÉODÉSIE
NIVELLEMENT, TOPOGRAPHIE**

FOURNISSEURS DES MINISTÈRES FRANÇAIS ET ÉTRANGERS, DE L'ÉCOLE DES PONTS ET CHAUSSEES
DU SERVICE DU NIVELLEMENT GÉNÉRAL DE LA FRANCE
DU SERVICE GÉOGRAPHIQUE DE L'ARMÉE, DE LA VILLE DE PARIS, ETC. ETC.

INVENTIONS — INSTRUMENTS POUR LES SCIENCES

APPAREILS ET CALIBRES DE PRÉCISION

Pour Essais des CHAUX ET CEMENTS.

Adoptés par la Commission internationale des essais

Digitized by Google

EXPLICATION DES PLANCHES.

OCTOBRE.

NÉANT.

CONDITIONS DE L'ABONNEMENT AUX ANNALES DES MINES

Pour Paris	20 fr. par an
Pour les Départements	24 fr. —
Pour l'Etranger	28 fr. —

Les ANNALES DES MINES paraissent tous les mois.

N. B. — On peut se procurer aux mêmes prix chacune des années parues depuis 1862 inclusivement.

ON TROUVE A LA MÊME LIBRAIRIE

LE PRATICIEN UNIVERSEL

DIRECTEUR : E. BOURDONNAY, ingénieur civil, M. A. et M., Châlons.
SECRÉTAIRE : J. LOUBAT, ancien élève de l'Ecole Nationale des Arts et Métiers d'Aix.

Journal bi-mensuel rédigé par demandes et par réponses
contenant des informations techniques et des communications diverses au point de vue de l'industrie, des Travaux publics, des Mines, etc.

Un an, 10 fr. — Six mois, 6 fr. — Trois mois, 3 fr. 50.

Un numéro spécimen est envoyé gratuitement sur demande affranchie.

REVUE GÉNÉRALE DES CHEMINS DE FER

MÉMOIRES ET DOCUMENTS CONCERNANT L'ÉTABLISSEMENT, LA CONSTRUCTION
ET L'EXPLOITATION TECHNIQUE ET COMMERCIALE DES VOIES FERRÉES

Abonnement pour Paris et la France. 25 fr. par an.
— pour l'étranger 28 fr. —

BIBLIOTHÈQUE DU CONDUCTEUR DE TRAVAUX PUBLICS

ENSEMBLE DES CONNAISSANCES INDISPENSABLES AUX CONDUCTEURS
DES PONTS ET CHAUSSÉES ET CONDUCTEURS MUNICIPAUX, CONTRÔLEURS DES MINES,
AGENTS VOYERS, CHEFS DE SECTION, ARCHITECTES VOYERS,
ENTREPRENEURS, CONDUCTEURS DE TRAVAUX, INSPECTEURS, VÉRIFICATEURS, ETC.

publiée sous les auspices de

M. le Ministre des Travaux Publics

VOLUMES PARUS :

Mathématiques	8 fr. 50	Charpente et couverture	10 fr.
Physique et Chimie	8 50	Agriculture	9
Bois et Métaux	8	Locomotive et matériel roulant	12
Droit civil	8	Photographie	9
Machines hydrauliques	10	Architecture	15
Hygiène	7 50	Droit administratif	9
Mécanique, Hydraulique, Thermodynamique	9	Législation et Contrôle des appareils à vapeur	8
Voie publique	12	Génie	12
Hydraulique agricole	12	Construction et Voie	12 50
Organisation des services	8	Plantations	11
Procédure civile	8	Maçonneries	10

D'autres parties sont en préparation et paraîtront de mois en mois sous forme de volumes portatifs de 350 pages environ, format in-16, élégamment reliés.

TOURS. — IMPRIMERIE DES CLÉS D'OR.

Les Éditeurs-Généralistes : P. VICO-DUPON, G^{de} et C^{ie}

ANNALES DES MINES

OU

RECUEIL

DE MÉMOIRES SUR L'EXPLOITATION DES MINES

ET SUR LES SCIENCES ET LES ARTS QUI S'Y RATTACHENT

PUBLIÉES

SOUS L'AUTORISATION DU MINISTRE DES TRAVAUX PUBLICS.

NEUVIÈME SÉRIE.

TOME XII.

11^e LIVRAISON DE 1897.

PARIS

P. VICQ-DUNOD ET C^{ie}, ÉDITEURS

LIBRAIRES DES CORPS NATIONAUX DES PONTS ET CHAUSSÉES, DES MINES
ET DES TÉLÉGRAPHES

Quai des Grands-Augustins. 49

1897

TABLE DES MATIÈRES.

NOVEMBRE.

PARTIE SCIENTIFIQUE ET TECHNIQUE.

	Pages.
Étude sur les enclenchements entre leviers servant à la manœuvre des signaux, aiguilles, etc., des chemins de fer (<i>Suite et fin</i>), par feu M. Massieu; revue et publiée par M. Louis Étienne	457
Note sur les chocs dans les tuyautages d'alimentation des chaudières; par M. Moritz.....	513
Note au sujet de l'alimentation des chaudières dans la vapeur; par M. Raymond.....	533
De l'emploi des boulons à charnière pour maintenir les obturateurs amovibles de certains récipients de vapeur; par MM. E. Polonceau et C. Walckenaer.....	546

BULLETIN.

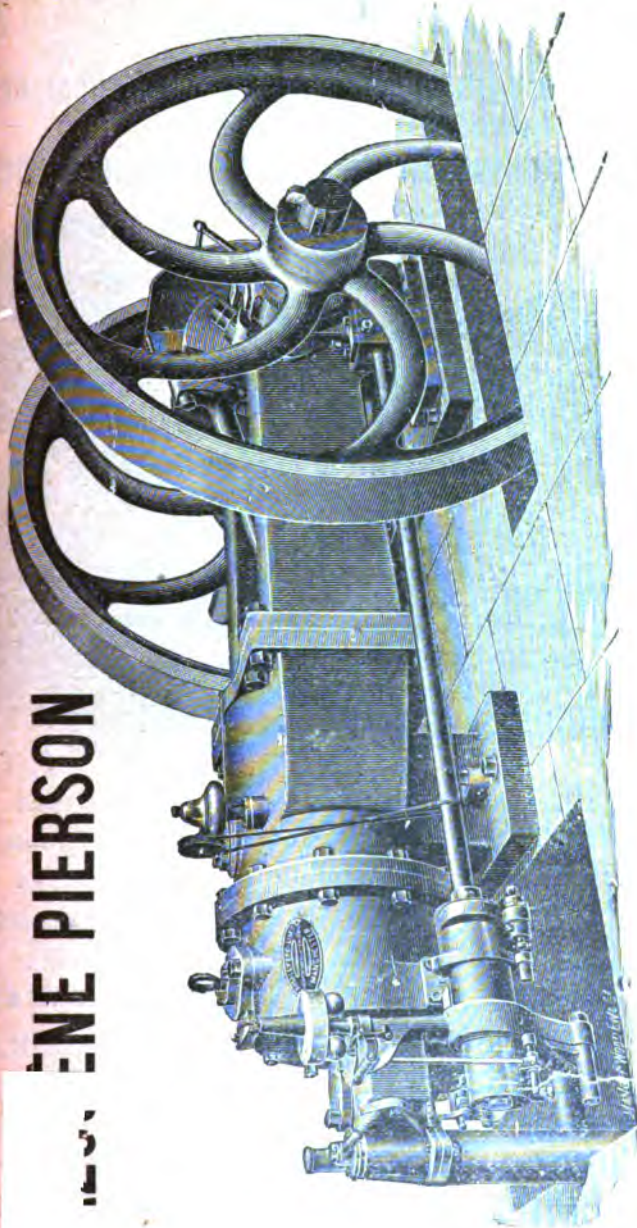
Statistique de l'industrie minérale de l'Allemagne et du Luxembourg en 1895 et en 1896.....	557
Statistique de l'industrie minérale de la Bavière en 1896.....	588

PARTIE ADMINISTRATIVE.

Septembre.

Lois, décrets et arrêtés concernant les mines, carrières, sources d'eau minérales, chemins de fer en exploitation, etc.	403
Jurisprudence	415
Personnel.	417

ÈNE PIERSON



Le Moteur à gaz CROSSLEY, alimenté par le gazogène Pierson, ne consomme que 600 à 700 grammes d'anthracite par cheval et par heure. Le gaz Pierson pour chauffage industriel revient à un centime le mètre.

PIERSON, 54, faubourg Montmartre, Paris

MAGASIN D'EXPOSITION : 47, RUE LAFAYETTE

TRANSMISSIONS ÉLECTRIQUES

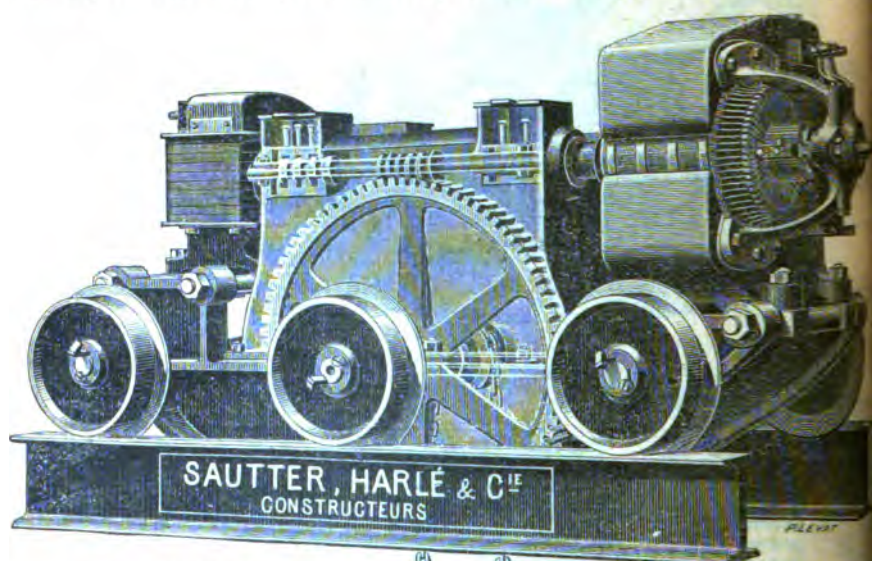
ÉLECTROMOTEURS DE TOUTES PUISSANCES

1/2 cheval à 1.000 chevaux

APPLICATIONS DANS LES MINES ET USINES MÉTALLURGIQUES

POUR LA COMMANDE DES

POMPES, VENTILATEURS, LOCOMOTIVES, APPAREILS DE LEVAGE, ETC., ETC., ETC.



APPLICATIONS

DE LA COMMANDE ÉLECTRIQUE
AUX TRANSBORDEURS DE

150 TONNES

60 TONNES

30 TONNES

DES USINES DE SAINT CHAMOND



50 TONNES

Des établissements MARREL Frères

15 TONNES

DE M. SULFORT & FOCKEDEEY

6 TONNES

DES FORGES DE DENAIN & D'AN

TRANSFORMATIONS DE COMMANDE PAR CABLE
EN COMMANDE ÉLECTRIQUE

AUX TRANSBORDEURS DE

75 TONNES

DES USINES DE SAINT-CHAMOND

30 TONNES

DES ACIÉRIES DE LONG

SAUTTER, HARLÉ & C

PARIS — 26, Avenue de Suffren, 26 —

SOCIÉTÉ GÉNÉRALE POUR LA

FABRICATION DE LA DYNAMITE

Procédés A. NOBEL

Paris, 1889 — Deux Médailles d'Or

Seule Médaille d'Or décernée en 1889 pour la Dynamite

SIÈGE SOCIAL : Place Vendôme, PARIS

USINES } à Paulilles, près Port-Vendres (Pyrénées-Orientales).
 } à Ablon, près Honfleur (Calvados).

Dynamite-Gomme, pour roches très dures. — Dynamite, n° 1 guhr, n° 1 gélatinée à l'ammoniaque, pour roches dures. — Dynamite, n° 0, pour travaux sous l'eau. — Marmites, n° 2 et n° 3, pour terrains moins résistants.

Explosifs spéciaux pour charbonnages grisouteux (Décret du 1^{er} août 1890)

Grisoutine-Gomme pour travaux au rocher. — Grisoutine B pour travaux dans le trbon.

Mèches de mineurs. — Capsules pour Dynamite. — Amorcees, Câbles, Fils et Appareils électriques pour sautage des mines. — Marmites suédoises ou Seaux à dégeler la Dynamite.

La Correspondance doit être adressée au SIÈGE SOCIAL

TÉLÉPHONE SOCIÉTÉ ANONYME TÉLÉPHONE

D'EXPLOSIFS ET DE PRODUITS CHIMIQUES

Capital : 2.000 000 de francs

19, rue Louis-le-Grand, 19, PARIS

USINES :

SAINT-MARTIN-DE-GRAU

(France)

VILLAFRANCA-in-LUNIGIANA

(Italie)



DYNAMITES,

GOMMES ET GRISOUTINES

MÈCHES

DÉTONATEURS, CABLES

FILS

ET APPAREILS ÉLECTRIQUES

La correspondance doit être adressée au Siège social, 19, rue Louis-le-Grand.

EXPOSITION UNIVERSELLE, PARIS 1889
2 MÉDAILLES D'OR
CHEVALIER DE LA LÉGION D'HONNEUR

MATÉRIEL pour MINES

VENTILATEURS syst. GENESTE-HERSCHER

BREVETÉ S. G. D. G.

POUR MINES, FORGES, FONDERIES, SOUFFLAGE SOUS GRILLES, ETC.

**RENDEMENT GARANTI SUPÉRIEUR A CELUI
DE N'IMPORTE QUEL APPAREIL SIMILAIRE
CONNU A CE JOUR.**

COMPRESSEURS D'AIR A SOUPAPES A INJECTION

Compresseurs d'air, syst. Burckhardt et Weiss à sec.

**APPAREILS A AIR COMPRIMÉ
PERFORATEURS ET BOSSEYEUSES**
Syst. DUBOIS & FRANÇOIS. — Breveté S. G. D. G.

HAVEUSE BLANZY

TREUILS POUR EXTRACTION ET FONÇAGE

A VAPEUR, A AIR COMPRIMÉ ET ÉLECTRIQUES

5 types différents

MACHINES D'EXTRACTION ET TREUILS DE SECOURS
TREUILS MUS PAR TURBINES.

POMPES FRANÇAISES A ACTION DIRECTE
POMPES A COURROIES

Pompes Hélico-Centrifuges. Système MAGNIOT & BILLET

POMPES ÉLEVATOIRES

POUR ÉPUISEMENTS DANS LES MINES, ÉLEVATION D'EAU
pour Villes et Usines, etc.

Nombreuses Références. — La machine d'épuisement fournie aux bouillères de Rochebelle, est comprise pour élever 100 mètres cubes à l'heure à une hauteur totale de 250 mètres d'un seul jet; son poids a dépassé 40.000 kilos.

CRIBLE GIRATOIRE SYST. COXE, B^{TE} S. G. D. G.

POUR HOUILLES, MINÉRAIS, ETC., ETC.

PRODUCTION CONSIDÉRABLE DANS UN APPAREIL DE DIMENSIONS RESTREINTES

CASSE-COKE — CASSE-CHARBON — CHAINES A GODETS

LAVOIRS, TRIAGES, CRIBLAGES, DESCHISTAGES
TRAINAGES MÉCANIQUES, VAGONNETS ET VOIES PORTATIVES

CHEVALEMENTS MÉTALLIQUES, CHARPENTES EN FER, MOLLETES

Cages d'Extraction Fer ou Acier avec Parachute

PALIERS A ROTULES ROQUEL, ÉVITANT LE FROTTEMENT DES CABLES SUR LES JOUES DES MOLLETES

**MACHINES & CHAUDIÈRES A VAPEUR
LOCOMOBILES, TRANSMISSIONS, GROSSE CHAUDRONNERIE**

DEVIS ÉTUDES D'INSTALLATIONS, RENSEIGNEMENTS

CATALOGUES SUR DEMANDE

CHALON-S.-SAONE (FRANCE)

MAISON FONDÉE EN 1830

Personnel — 250 Ouvriers

Surfaces occupées par les Usines: 25.000 mètres

* G. PINETTE

TRÉFILERIE & CORDERIE MÉCANIQUES

DE LA

COMMISSION DES ARDOISIÈRES D'ANGERS

LARIVIÈRE & C^{IE}**CH. FOUINAT****TÉLÉPHONE****170, Quai Jemmapes, PARIS****TÉLÉPHONE****CORDAGES MÉTALLIQUES Ronds & PLATS
EN FER, ACIER, CUIVRE**

*Pour Mines, Carrières, Houillères, Plans inclinés, Cabestans, Appareils à lever,
Manœuvres courantes et dormantes de marine et de batellerie,
Transmission de force motrice, Signaux, Horlogerie, Paratonnerres, Puits, Clôtures*

EXPOSITION UNIVERSELLE, PARIS 1889**Membre du Jury — Hors Concours****DEUX GRANDS PRIX: ANVERS 1894****ENVOI FRANCO DE TOUTS RENSEIGNEMENTS****C^{IE} FRANÇAISE DES MÉTAUX***Société anonyme au capital de 25 millions de francs***Siège social : 10, rue Volney. — PARIS****USINES :**

*Deville-lès-Rouen (Seine-Inf.), Castelsarrasin (Tarn-et-Garonne), Sérifontaine (Oise),
Givès (Ardennes), Bornel (Oise), Saint-Denis (Seine) et Paris, rue Vieille-du-Temple, 76*

FONDERIE, LAMINAGE, ÉTIRAGE, EMBOUTISSAGE & TRÉFILERIE
*de Cuivre, Laiton, Plomb, Étain, Zinc, Nickel, Maillechort, etc.***TUBES EN CUIVRE ROUGE ET LAITON SOUDÉS ET ÉTIRÉS***TUBES GRAVÉS POUR HORLOGERIE, OPTIQUE ORNEMENTS D'ÉGLISES ET APPAREILS D'ÉCLAIRAGE**Outillures de tous genres pour l'ébénisterie et l'ameublement. Appareils de stéarinerie et de sucrerie. Fils en
cuivre rouge, demi-rouge, laiton et maillechort. Cuivre rouge et laiton en lingots et en barres**Fabrication de monnaies en cuivre rouge, bronze, maillechort et nickel**PLAQUES EN CUIVRE ROUGE POUR FOYERS DE LOCOMOTIVES**Obturbateurs et grains de lumière pour canons. — Ceintures de projectiles**Tubulures en cuivre rouge sans soudure. Rouleaux en cuivre pour impression**TAIN AFFINÉ EN LINGOTS ET EN FEUILLES POUR CHOCOLATIERS, PARFUMEURS ET AUTRES USAGES**Plomb en lingots, en tables et en tuyaux. Tuyaux en plomb doublés d'étain**TUBES EN ACIER ÉTIRÉS SANS SOUDURES, POUR CHAUDIÈRES ET CONDUITES A HAUTE PRESSION**SPÉCIALITÉ DE TUBES MINCES, LÉGERS ET SOLIDES**Pour la fabrication des CYCLES, BICYCLETTES, TRICYCLES, ETC., ETC.**Tubes à allerons (brevets SERVE). — Enveloppes d'obus en acier**PLANCHES, PLAQUES ET FILS MAILLECHORT ET NICKEL POUR TOUTS USAGES**Fils de cuivre et de bronze de haute conductibilité pour usages électriques*

ENTREPRISE GÉNÉRALE DE FORAGES ET SONDAGES



H. BECOT

Ing^r civil

(A. et M.)

25, rue de la Quintinie, PARIS-VAUGIRARD

RECHERCHES D'EAU

De Mines, Pétrole, Sel, etc.

PUITS ARTÉSIENS, Puits Absorbants

PUITS D'AÉRAGE

Consolidations par injections de ciment

ÉTUDES DE TERRAINS

FORAGES A GRANDES SECTIONS

CAPTAGE DE SOURCES

VENTE D'APPAREILS ET OUTILS DE SONDAGES
Pour Missions scientifiques, Entreprises coloniales, etc.

A LOUER

MAISON FONDÉE EN 1833

L. DUMONT

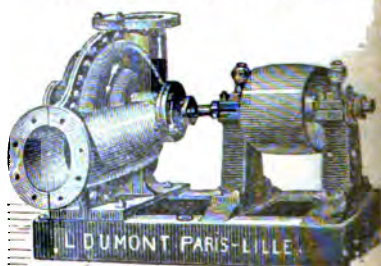
PARIS, 55, rue Sedaine

LILLE, 100, rue d'Isly

POMPES CENTRIFUGES

MÉDAILLE D'OR

EXPOSITION UNIVERSELLE 1889



APPLICABLE AUX MANUFACTURES EN GÉNÉRAL
 ET POUR TRAVAUX D'ÉPUISEMENT

POMPES, CONJUGUÉES POUR GRANDES ÉLEVATIONS

SUPÉRIORITÉ JUSTIFIÉE

Digitized by Google

8.500 APPLICATIONS

Envoi franco du Catalogue

SOCIÉTÉ FRANÇAISE DE FABRICATION
DES
CORPS CREUX
SANS SOUDURE
SOCIÉTÉ ANONYME

SYSTÈME EHRHARDT



MARQUE DÉPOSÉE

SIÈGE SOCIAL
Place de la Madeleine
PARIS.

USINE
à MONTBARD
(CÔTE D'OR)

CAPITAL: 5.000.000

TUBES DE CANON

TUBES EN ACIER

POUR

CHAUDIÈRES MARINES

ET AUTRES

CANALISATIONS sous PRESSIONS

BOUTEILLES POUR

GAZ COMPRIMÉS

ARMES - PROJECTILES - CYLINDRES DE PRESSES
ESSIEUX - JANTES - ARBRES CREUX

TIGES POUR ASCENSEURS - MATS POUR CABLES

et en général tous les CORPS CREUX en ACIER sur spécification

TÉLÉPHONE
N° 228-52.

RESSÉ TÉLÉGRAPHIQUE
BOULAU MAGA. PARIS

ADRESSER
LETTRES ET COMMANDES au SIÈGE SOCIAL

Digitized by Google

Fabrique de Lampes de Sûreté en tous Genres

LANTERNES DIVERSES — DÉCOLLETAGE SUR TOUS MÉTAUX

Les plus Hautes Récompenses aux Expositions

COSSET-DUBRULLE FILS

3, rue de Toul, 3
LILLE — INGÉNIEUR-CONSTRUCTEUR — LILLE
3, rue de Toul, 3

Verres divers
CAOUTCHOUC-AMIANTE

Géblanterie

EXÉCUTÉ SUR DESSINS
Fusibles peints pour pompes
LAMPES A GAZ
A RÉGULATION

TONDEUSES A GAZON NOUVELLE FABRICATION

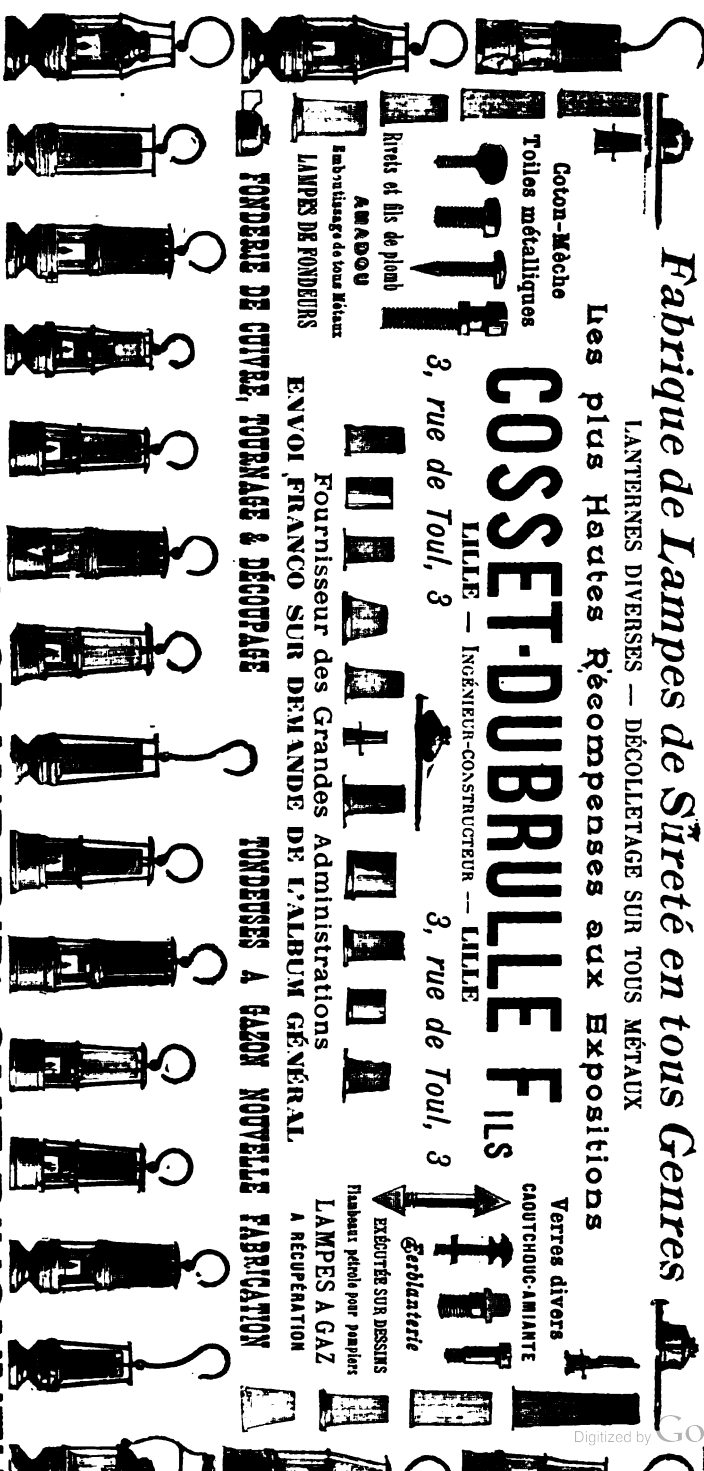
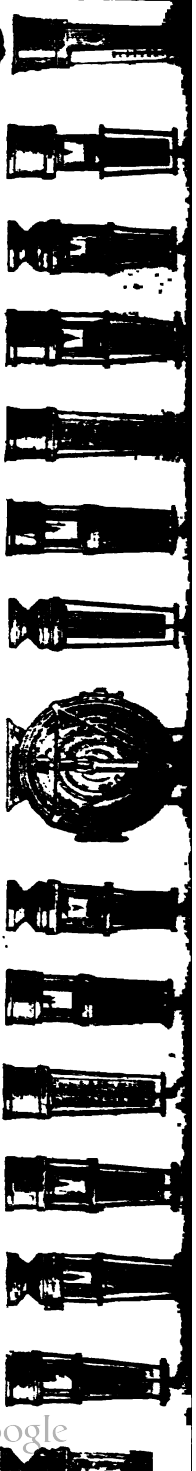
Fournisseur des Grandes Administrations
ENVOI FRANCO SUR DEMANDE DE L'ALBUM GÉNÉRAL

FONDERIE DE CUIVRE, TONNAGE & DÉCOUPAGE

Emboutissage de tous Métaux
LAMPES DE FONDEURS

Rivets et fils de plomb
AMADOU

EXPOSITION DE BRUXELLES 1897 : GRAND DIPLOME D'HONNEUR



ELEVATEURS & TRANSPORTEURS

avec *Chaînes simplex*



MARQUE DÉPOSÉE

SYSTÈME BAGSHAW
Brevetées S. G. D. G.

GODETS TOLE D'ACIER

VIS D'ARCHIMÈDE

APPAREILS POUR DÉCHARGEMENTS
DE
BATEAUX

TRANSMISSIONS

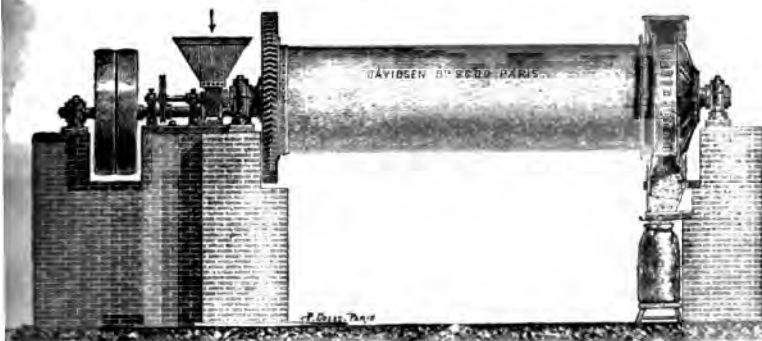
A. PIAT et ses FILS

INGÉNIEURS-CONSTRUCTEURS

PARIS. — 85, rue Saint-Maur. — PARIS

DAVIDSEN, INGÉNIEUR CONSTRUCTEUR

PARIS, 118, Rue Lafayette, 118, PARIS



Suppression du blutage

BROYEURS SPÉCIAUX

POUR MINÉRAIS, QUARTZ ET MATIÈRES DURES

Obtenant une GRANDE FINESSE et un GRAND RENDEMENT



ANCIENNES MAISONS
BROQUIN & LAINE — THIÉBAUT & FILS — BERGÈS & FILS
LEHMANN FRÈRES

MULLER* & ROGER

108, Avenue Philippe-Auguste, PARIS

Fonderie de Bronze et de Cuivre

APPAREILS ACCESSOIRES

DES
MACHINES ET CHAUDIÈRES A VAPEUR

PURGEURS AUTOMATIQUES

INJECTEURS

Détendeurs — Graisseurs

SOUPAPES DE SURETÉ

POMPES

ROBINET BI-VALVE REVETÉ S.G.D.G.
adopté par la Marine Française

Sur demande envoi des catalogues et prix courants

CHAUDRONNERIE ET FUMISTERIE INDUSTRIELLES

Entreprise générale de construction et d'installation d'usines

Piquetage et nettoyage des Générateurs à forfait ou à l'entretien en abonnement à l'année

TELEPHONE
402-61

M^{IN} DEROCHE

PARIS — 21, rue Labois-Rouillon, 21 — PARIS

TELEPHONE
402-61

FOURNEAUX DE GÉNÉRATEURS — MASSIFS DE MACHINES
CONSTRUCTION DE CHEMINÉES EN BRIQUES ET EN TOLE
Plans et Devis sur demande

EXPLOSIFS FAVIER

de la Société française des Poudres de Sûreté

62, Rue de Provence, PARIS

REMPLAÇANT TOUS EXPLOSIFS CONNUS

Innocuité et sécurité absolues

ÉCOLE SPÉCIALE DE TRAVAUX PUBLICS

Léon EYROLLES, Ingénieur civil, Professeur de mathématiques appliquées à l'art de l'Ingénieur.
61, boulevard Saint-Germain et rue du Sommerard, 12, PARIS

Préparation directe et par correspondance

Aux emplois de : Conducteur des Ponts et Chaussées, Agent-Voyer, Contrôleur des Mines, Ingénieur et Conducteur de travaux, Géomètre, Architecte, et tous emplois des diverses carrières des travaux publics.
(Arithmétique, Géométrie, Algèbre, Trigonométrie, Mécanique, Descriptive, Pratique des travaux, Procédés généraux de construction, Routes et Pratique du service, Topographie, Levé de plans et Nivellement, Rapport, Dessin, Avant-Métré, Cubature, Rédaction des projets, Appareils à vapeur, Exploitation des Mines, etc.)

Cours complémentaire destiné à MM. les Conducteurs et Contrôleurs

Préparation directe et par correspondance

(Algèbre supérieure, Calcul différentiel et intégral, Géométrie analytique, Mécanique rationnelle, Stéréotomie, Physique, Chimie, Rédaction d'un projet.)

Envoi, sur demande, des renseignements détaillés et des conditions.



DU DOCTEUR DÉTOURBE

Masque-respirateur contre les poussières (poussières industrielles, infectieuses), adopté par l'Association des industriels de France contre les accidents du travail ; Prix : **6 francs**.

Lunettes d'atelier perfectionnées contre les éclats, les poussières (adaptées au masque), la lumière ; Prix : cuivre, **3 fr. 25** ; aluminium, **3 fr. 50**.

Commodité, efficacité. Pas de gêne de la respiration, de la parole, de la vue. Les plus hautes récompenses.

Vente : **GOULART**, 35, rue de la Roquette, Paris.
(Notice sur demande.)

MINES ET TRAVAUX PUBLICS

MARCEL GAUPILLAT ET C^{IE}

(Maison fondée en 1891)

SIÈGE SOCIAL : 39, Rue BOURET, à PARIS

FOURNISSEURS DU MINISTÈRE DE LA GUERRE,

DE LA VILLE DE PARIS, DE DIVERS GOUVERNEMENTS ÉTRANGERS
ET DES PRINCIPALES MINES FRANÇAISES ET ÉTRANGÈRES

**ÉTATONATEURS AU FULMINATE DE MERCURE
ET DÉTONATEURS A POUDDRE SPÉCIALE**

AMC 4 ÉLECTRIQUES, Brevetées S. G. D. G. en France et à l'Étranger

NOUVEL EXPLOSEUR ÉLECTRIQUE

GAUPILLAT-MANET, breveté S. G. D. G. (Aout 1896)

En France et à l'Étranger

SOCIÉTÉ ANONYME

HUMBOLDT

BUREAUX : 19, Boulevard Haussmann, PARIS

MATÉRIEL DE MINES

MACHINES D'EXTRACTION

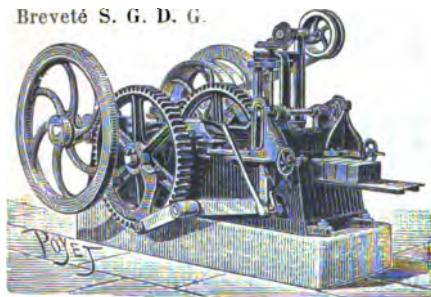
MACHINES D'ÉPUISEMENT

COMPRESSEURS D'AIR ET VENTILATEURS

PRÉPARATION MÉCANIQUE DES MINÉRAIS ET CHARBON

MACHINE A BRIQUETTES

Breveté S. G. D. G.



Simple, Robuste et peu coûteuse

PRODUISANT A VOLONTÉ DES

BRIQUETTES PLEINES OU PERFORÉES

Pression élastique. — Cohésion 80 %.

Agglomération de minerais de fer ou de manganèse, résidus de pyrites ou autres matières à l'état pulvéulent pour en faciliter le traitement dans les hauts-fourneaux, etc., etc.

MACHINE A BOULETS

PLEINS OU PERFORÉS

250.000 BOULETS DE HOUILLE,

PLEINS, OU PERFORÉS PAR JOUR

L'Agglomération sous un petit volume avec un trou central facilite la combustion des charbons maigres et la calcination des minerais.

Installation d'Usines à Briquettes produisant de 8 à 260 tonnes en 11 heures, à des prix bien inférieurs à ceux des autres systèmes.

MACHINE A CHARBON DE PARIS et à briquettes pour chemins de fer et chaufferies de voitures.

BROYEURS-PULVERISATEURS, broyage par percussion. Engrais, Charbons, Minerais, etc.

BROYEURS A MEULES, broyage et malaxage de matières quelconques.

CRIBLES ROTATIFS ou A SECOURS, classement des matières sèches.

LAVOIRS A BRAS OU A VAPEUR, classement par densité. Lavage des houilles.

MACHINES A BRIQUES à levier, pour terre ferine et demi-ferme. 6 à 7.000 par jour.

MACHINE A AGGLOMERER à pression simultanée sur deux faces, pour ciment, sucre, etc.

FOURS SECHEURS, NORIAS, TRANSPORTEURS, CONCASSEURS, MALAXEURS, ETC., ETC.

Th. DUPUY et FILS

5 MÉNAGES D'OR

CONSTRUCTEURS

PARIS MÉNAGES D'OR

ÉTUDE

SUR LES

ENCLENCHEMENTS ENTRE LEVIERS

SERVANT A LA MANŒUVRE DES SIGNAUX, AIGUILLES, ETC., DES CHEMINS DE FER

Par feu M. MASSIEU, Inspecteur général des Mines, Directeur
du Contrôle des Chemins de fer de l'Est ;

Revue et publiée

par M. Louis ÉTIENNE, Ingénieur en Chef des Ponts et Chaussées,
Ingénieur en Chef-Adjoint du Service de la Voie des Chemins de fer
de Paris à Lyon et à la Méditerranée
(*Suite et fin*) (*).

DEUXIÈME PARTIE.

MÉTHODE POUR L'ÉTUDE DES ENCLENCHEMENTS BINAIRES SIMPLES.

75. — J'ai été conduit à chercher une méthode d'étude qui permette de déduire toutes les conséquences des enclenchements effectivement réalisés, c'est-à-dire tous les enclenchements indirects qui en découlent. Le procédé qui consiste à obtenir des enclenchements indirects, par la multiplication des expressions de forme fractionnelle représentant les enclenchements directs, ne peut conduire à des résultats qu'autant qu'il y a dans le produit obtenu des termes communs au numérateur et au dénominateur de ce produit ; mais il ne donne pas immédiatement toutes

(*) Voir 10^e livraison 1897, p. 360 et suiv.

Tome XII, 11^e livraison, 1897.

les combinaisons qui résultent des enclenchements réalisés.

On aperçoit tout de suite que la recherche des enclenchements indirects est possible ; il importe de la rendre pratique et complète, afin d'avoir la certitude que toutes les liaisons indirectes sont mises en évidence. C'est le but que me paraît remplir la méthode à laquelle je suis parvenu, après des tâtonnements assez longs.

Il me reste à l'exposer, et je dois déclarer immédiatement qu'on ne la peut facilement comprendre qu'à la condition d'en suivre l'application à des espèces.

Indiquons d'abord l'idée générale et faisons connaître les résultats auxquels elle conduit.

Je me suis proposé, étant donnée la position normale ou renversée d'un levier α , d'indiquer les positions corrélatives obligatoires d'un certain nombre d'autres leviers, de telle sorte que l'on puisse toujours vérifier si un mouvement, autorisé par la position d'un signal, ou rendu possible par la position d'une aiguille, est incompatible avec un autre mouvement qui serait susceptible, dans le cas contraire, d'amener une collision.

Le cas le plus élémentaire, pour ne citer qu'un exemple de cette incompatibilité nécessaire, se rencontre dans l'enclenchement ou liaison des signaux avancés d'une gare avec les aiguilles donnant accès sur les voies principales ; il se résume en ce qu'aucune de ces aiguilles ne peut donner accès sur une voie principale, sans que le signal avancé, ou que les signaux avancés, si la manœuvre doit engager les deux voies, aient été mis à l'arrêt. Mais, si une prescription de cette nature suffit pour les petites gares, il n'en est plus de même pour les gares importantes et on ne peut plus se borner à dire dans ce dernier cas que les aiguilles doivent être enclenchées avec les signaux avancés.

76. — Considérons un poste de dix leviers désignés.

par les numéros 1 à 10 et classés dans l'ordre de ces numéros.

Formons un tableau à double entrée analogue à une table de multiplication (*fig. 61*) et portons d'abord à cet effet sur une première ligne horizontale et dans la première colonne verticale de gauche les numéros des dix leviers rangés dans l'ordre adopté. Sur la ligne horizontale correspon-

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	R			R	N			R	N	N
2		R			D					
3			R							
4	D			R						
5	N	R			R					
6						R		R	D	D
7							R		D	N
8	D					D		R	$\frac{d}{6}$	$\frac{d}{6}$
9	N					R	R	$\frac{r}{6}$	R	$\frac{r}{7}$
10	N					R	N	$\frac{r}{6}$	$\frac{r}{7}$	R

FIG. 61.

dant au levier n° 1 de la première colonne verticale de gauche j'indiquerai les positions obligatoires que doivent occuper les différents leviers, lorsque le levier 1 est renversé, et cela en inscrivant soit la lettre N (normale), soit la lettre R (renversée) dans la case correspondant à chaque numéro de levier inscrit en tête du tableau. La lettre R, inscrite au point de rencontre de la colonne verticale et de la ligne horizontale correspondant au levier n° 1, rappellera que toutes les positions de leviers ins-

crites sur la même ligne horizontale correspondent à la position renversée du levier dont le numéro est inscrit dans la première colonne de gauche du tableau.

Je dresserai le tableau en procédant pour chacun des dix leviers comme pour le levier n° 1.

Pour les enclenchements binaires de la forme

$$\frac{\alpha R}{\beta R}$$

ou de la forme

$$\frac{\alpha R}{\beta N}$$

je ne rencontrerai aucune difficulté à suivre la règle ci-dessus.

Quant aux enclenchements de la forme $\frac{\alpha N}{\beta N}$, je les exprimerai, ainsi qu'il a été dit dans la première partie de cette étude, par la formule $\frac{\alpha R}{\beta D}$, qui signifie que β ne peut être dégagé de sa position normale que si α est renversé.

Voyons ce qu'indique le tableau ci-dessus.

Le levier 1 ne peut être ou se trouver renversé qu'autant que les leviers 4 et 8 sont renversés et que les leviers 5, 9 et 10 sont dans leurs positions normales; ces enclenchements du levier 1 s'expriment sous les formes suivantes :

$$\frac{1R}{4R}, \quad \frac{1R}{5N}, \quad \frac{1R}{8R}, \quad \frac{1R}{9N}, \quad \frac{1R}{10N}.$$

Les réciproques de ces enclenchements sont

$$\frac{4N}{1N} \quad \text{ou} \quad \frac{4R}{1D}, \quad \frac{5R}{1N}, \quad \frac{8N}{1N} \quad \text{ou} \quad \frac{8R}{1D}, \quad \frac{9R}{1N}, \quad \frac{10R}{1N}.$$

Toutes ces réciproques vont se trouver inscrites dans

la première colonne verticale dans laquelle figureront une seconde fois les relations des divers leviers avec le levier 1.

Il résulte de là une symétrie du tableau par rapport à sa diagonale générale tracée de l'angle de gauche supérieur à l'angle de droite inférieur, étant entendu toutefois que toute lettre N aura pour symétrique une autre lettre N et que toute lettre R aura pour symétrique une lettre D, ou réciproquement.

Passons au levier 2, c'est-à-dire à la deuxième ligne horizontale du tableau. On a voulu obtenir l'enclenchement $\frac{5R}{2R}$ que nous retrouverons à la cinquième ligne horizontale ; sa réciproque, qui doit figurer à la deuxième ligne, est $\frac{2N}{5N}$, et nous l'y avons écrite sous la forme

$$\frac{2R}{5D}$$

Le levier 3 n'entre dans aucun enclenchement, on le fait figurer néanmoins sur le tableau, pour que celui-ci soit complet et pour faire connaître que le levier 3 n'a aucune liaison avec les autres.

Le levier 4 se trouve relié au levier 1 par la réciproque de l'enclenchement $\frac{1R}{4R}$ inscrit sur la première ligne horizontale, il figure par suite à la quatrième ligne horizontale sous la forme $\frac{4R}{1D}$, liaison équivalente par convention à $\frac{4N}{1N}$.

Le levier 5 est relié aux deux leviers 1 et 2 par les enclenchements $\frac{5R}{1N}$, $\frac{5R}{2R}$, réciproques des enclenchements $\frac{1R}{5N}$, $\frac{2R}{5D}$ déjà mentionnés.

77. — Nous ne poursuivrons pas plus loin l'examen de détail du tableau, ce qui précède nous paraissant suffire pour en faire comprendre la signification, et pour démontrer sa symétrie par rapport à sa diagonale.

Dans ce tableau nous n'avons d'abord écrit que les enclenchements directs, c'est-à-dire intentionnellement réalisés par des organes spéciaux à chaque enclenchement ; ils sont indiqués par de grandes lettres R, N, D.

Mais les enclenchements directs, en se combinant entre eux donnent lieu à des enclenchements indirects ; autrement dit, deux leviers entre lesquels on n'a pas matériellement établi de liaisons spéciales peuvent avoir leurs positions dépendantes les unes des autres, c'est-à-dire se trouver indirectement enclenchés par l'intermédiaire d'un ou de plusieurs autres leviers.

Ce sont ces enclenchements indirects, intéressant tout autant que les autres la sécurité des mouvements, qu'il s'agit de rechercher.

Pour distinguer les enclenchements directs des enclenchements indirects, nous indiquerons ces derniers par de petites lettres : *r*, *n*, *d*, et nous procéderons de la manière suivante :

Considérons le levier auquel s'applique la première ligne horizontale du tableau précédent et examinons successivement tous les enclenchements directs dans lesquels entre le levier 1, afin d'en déduire des enclenchements indirects.

Prenons d'abord l'enclenchement $\frac{1R}{4R}$; voyons si la position renversée de 4 entraîne certaines positions déterminées pour d'autres leviers du poste.

Me reportant dans ce but à la ligne horizontale 4, consacrée aux liaisons du levier 4, je vois que 4R n'entraîne que le dégagement du levier 1, ce qui n'est d'ailleurs que la réciproque de l'enclenchement $\frac{1R}{5R}$, et je ne

m'arrête pas à cette réciproque, qui était évidente d'avance ; la position 4R ne fait donc intervenir aucun levier nouveau, et je n'ai pas à aller plus loin.

L'enclenchement direct $\frac{1R}{5N}$ n'entraîne à son tour aucune conséquence, car, si on se reporte à la cinquième ligne horizontale, on voit que 5R ne dégage aucun levier et, par suite que 5N n'enclenche aucun autre levier.

L'enclenchement $\frac{1R}{8R}$ ne donne lieu à aucun enclenchement indirect, puisque 8R ne donne que 1D qui est sa réciproque et 6D, ce qui n'impose aucune position déterminée au levier 6.

Les enclenchements $\frac{1R}{9N}$ et $\frac{1R}{10N}$ ne donnent lieu non plus à aucun enclenchement indirect, vu que les neuvième et dixième lignes horizontales montrent que 9R et 10R ne dégagent aucun levier, ce qui veut dire que 9N et 10N n'imposent aucune position déterminée à aucun levier.

Nous pourrions passer en revue les enclenchements directs dans lesquels entrent les leviers 2, 4, 5, 6 et 7, ainsi que nous l'avons fait pour le levier n° 1 ; nous constaterions que ces enclenchements ne donnent lieu à aucun enclenchement indirect.

Passons tout de suite, pour abrégé, au levier 8. Nous voyons d'abord que 8R dégage les leviers 1 et 6, c'est-à-dire que l'on a

$$\frac{8N}{1N} \quad \text{et} \quad \frac{8N}{6N}.$$

$\frac{8N}{1N}$ n'entraîne aucune conséquence, vu que la première ligne horizontale montre que 1R ne dégage aucun levier.

Mais il n'en est pas de même de $\frac{8N}{6N}$. La ligne horizontale 6 montre en effet que 6R dégage 9 et 10, ce qui

464 ÉTUDE SUR LES ENCLENCHEMENTS ENTRE LEVIERS
équivalant aux enclenchements

$$\frac{6N}{9N} \quad \text{et} \quad \frac{6N}{10N}.$$

On obtient donc les enclenchements indirects suivants:

$$\frac{8N}{9N} \quad \text{et} \quad \frac{8N}{10N}.$$

ou, ce qui revient au même,

$$\frac{8R}{9d} \quad \text{et} \quad \frac{8R}{10d}.$$

En conséquence, à la huitième ligne horizontale du tableau, laquelle concerne le levier 8, nous écrivons la lettre *d*, dans les colonnes 9 et 10, et au dessous le chiffre 6, pour indiquer que c'est par l'intermédiaire du levier 6 que le levier 8 est relié aux deux leviers 9 et 10.

Examinons maintenant la neuvième ligne horizontale consacrée à l'indication du levier 9 avec les autres leviers du poste.

L'enclenchement $\frac{9R}{1N}$ ne donne aucun enclenchement indirect, attendu que, dans la première ligne horizontale du tableau, ne figure aucune lettre D, ce qui veut dire que 1R ne dégage aucun levier, ou, ce qui revient au même, que 1N n'impose de position déterminée à aucun levier.

Cherchons maintenant si l'enclenchement $\frac{9R}{6R}$ a des conséquences ; nous voyons à la sixième ligne du tableau que 6R entraîne 8R, il en résulte l'enclenchement indirect $\frac{9R}{8r}$ que nous écrivons à la neuvième ligne et à la huitième colonne du tableau en plaçant au-dessous de la lettre *r* le chiffre 6, pour indiquer que le levier 9 est relié au levier 8 par l'intermédiaire du levier 6. Nous devons nous

demander encore si $8r$ entraîne des positions déterminées pour d'autres leviers, et nous voyons à la huitième ligne du tableau général qu'il n'en est rien; nous avons donc épuisé toutes les conséquences possibles de l'enclenchement direct $\frac{9R}{6R}$.

On voit sur la septième ligne horizontale du tableau l'enclenchement $\frac{7R}{10N}$: l'enclenchement $\frac{9R}{7R}$ a donc pour conséquence l'enclenchement indirect $\frac{9R}{10N}$, ce que j'écris par une petite lettre dans le tableau en plaçant au-dessous de la lettre n le chiffre 7 pour indiquer que 9 enclenche indirectement le levier 10 par l'intermédiaire de 7.

Poursuivons la recherche des conséquences possibles de l'enclenchement $\frac{9R}{7R}$ et, par suite, de l'enclenchement indirect $\frac{9R}{10n}$; nous voyons à la dixième ligne du tableau que ce dernier enclenchement n'a aucune conséquence, puisque $10R$ ne dégage aucun levier.

Nous avons ainsi épuisé les enclenchements indirects dans lesquels peut entrer le levier 9.

Terminons la recherche des enclenchements indirects par ceux dans lesquels entre le levier 10 et cherchons ces enclenchements en nous reportant aux lignes horizontales du tableau qui concernent les leviers 1, 6 et 7 avec lesquels le levier 10 est directement enclenché.

$\frac{10R}{1N}$ ne donne rien, puisque $1R$ ne dégage aucun levier.

On a $\frac{10R}{6R}$ et $\frac{6R}{8R}$, d'où l'enclenchement indirect

$$\frac{10R}{8R},$$

ce qui nous conduit à placer une lettre r à la dixième

ligne et dans la huitième colonne du tableau avec le chiffre 6 au-dessous de cette lettre, pour rappeler que les leviers 10 et 6 sont indirectement enclenchés entre eux par l'intermédiaire du levier 6. Nous constatons ensuite à la huitième ligne horizontale que 8 peut être renversé sans qu'aucun autre levier soit placé dans une position déterminée ; nous n'avons donc pas à pousser plus loin la recherche des conséquences de l'enclenchement direct $\frac{10R}{6R}$.

Passons enfin à l'enclenchement direct $\frac{10R}{7N}$; nous voyons à la septième ligne horizontale que 7N entraîne 9N, puisque 7R donne 9D ; d'où l'enclenchement indirect $\frac{10R}{9N}$.

Nous inscrivons ce résultat au moyen d'une lettre *n* à la dixième ligne du tableau, en plaçant au-dessous de cette lettre le chiffre 7, pour indiquer que c'est par l'intermédiaire du levier 7 que le levier 10 est enclenché avec le levier 9.

On vérifie facilement, sur le tableau à double entrée ainsi complété, la symétrie par rapport à la diagonale, aussi bien pour les enclenchements indirects que pour les enclenchements directs, symétrie qui consiste en ce que tout N a pour symétrique un N, et tout R a pour symétrique un D, et réciproquement ; en outre, que tout *n* a pour symétrique un *n*, et que tout *r* a pour symétrique un *d*, et réciproquement.

78. — On peut se rendre compte par ce qui précède que notre méthode a deux buts : 1° rechercher tous les enclenchements indirects qui existent de fait entre les leviers d'un même poste, comme conséquence des enclenchements directement réalisés entre ces leviers ; 2° faire connaître pour la position normale ou renversée d'un levier déterminé la situation obligée des autres leviers

auxquels il se trouve relié directement ou indirectement.

On remarquera que, dans ce qui précède, tout en visant pour la simplicité du langage des leviers de manœuvre d'aiguilles ou de signaux, je n'ai fait qu'examiner des combinaisons arithmétiques, en dehors de toute application, et par là j'ai voulu montrer toute la généralité des résultats obtenus.

Poste n° 2 de Segré (Ouest).

79. — Appliquons maintenant ces résultats.

Le tableau que j'ai établi à titre d'exemple représente les enclenchements directs et indirects du poste n° 2 de la gare de Segré; je donne ci-dessous un croquis (*fig. 62*),

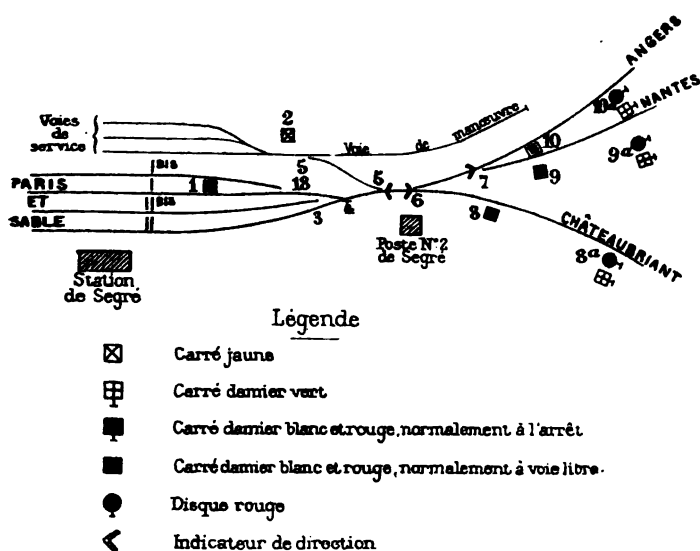


FIG. 62.

représentant les dispositions des appareils, aiguilles ou signaux, placés dans les dépendances de ce poste, qui est

situé au-delà du bâtiment des voyageurs, près de la bifurcation des trois lignes à voie unique d'Angers, Nantes et Châteaubriant.

La gare de Segré possède quatre voies pour la réception normale des trains de voyageurs, savoir : deux voies pour les trains impairs, voies que nous désignons par I et I *bis*, et deux voies pour les trains pairs, voies que nous désignons par II et II *bis*.

Les trains impairs sont ceux qui viennent de la direction de Paris ou de Sablé ; les trains pairs circulent dans le sens inverse.

Pour la clarté de l'exposé, et pour approprier l'exemple tiré de la gare de Segré à l'application du tableau précédemment donné, j'ai cru devoir changer entièrement les numéros qui, dans la consigne de cette gare, désignent les aiguilles et les signaux.

Les voies de service sont placées du côté des voies impaires, et, à leur extrémité ouest, elles sont commandées par un signal carré jaune n° 2 normalement ouvert.

Ces voies aboutissent à une voie de manœuvre ou de tiroir, et le signal n° 2 a pour objet de permettre au stationnaire du poste, en fermant ce signal, d'interdire tout mouvement sur les voies de service, lorsqu'un train ou une machine doit pénétrer sur ces voies par les aiguilles de son poste.

On peut remarquer que toutes les voies principales aboutissent à un tronc commun compris entre les aiguilles 5 et 6 et que les enclenchements doivent avoir en particulier pour objet d'éviter toute collision sur ce tronc commun, aussi bien entre deux trains marchant en sens contraire qu'entre deux trains marchant dans le même sens.

Le signal n° 2 dont nous parlions tout à l'heure n'est pas destiné à empêcher l'accès des voies de service sur le tronc commun ; c'est en maintenant la jonction 5-5 dans sa position normale que l'on empêche cet accès.

Le signal carré rouge (damier blanc et rouge) n° 1 normalement à l'arrêt a pour objet d'autoriser ou d'interdire le départ de tout train ou machine vers Angers, Nantes ou Châteaubriant (nous figurons avec un double contour les signaux, quels qu'ils soient, qui doivent être maintenus à l'arrêt).

Le signal carré n° 1 est d'ailleurs un signal de départ, qui n'a besoin d'être protégé lui-même par aucun disque ou signal rond, tous les trains et toutes les machines isolées devant s'arrêter à la gare de Segré, d'après la consigne de cette gare.

L'arrivée des trains venant de Châteaubriant, Nantes et Angers est commandée par les signaux carrés 8, 9 et 10, dont le premier est normalement à voie libre, et les deux autres normalement fermés.

Ces signaux carrés, qui défendent l'accès du tronc commun, sont précédés de disques ou signaux ronds 8^a, 9^a, 10^a, dont les mâts portent des damiers verts et blancs, qui signalent sur le réseau de l'Ouest l'approche d'une bifurcation ou de signaux carrés normalement à l'arrêt.

Les signaux 8 et 8^a normalement à voie libre sont reliés entre eux de telle sorte que le signal 8 ne puisse être mis à l'arrêt sans que le signal 8^a ait été placé préalablement lui-même à l'arrêt : $\frac{8R}{8^aR}$.

Les signaux carrés 9 et 10, normalement à l'arrêt, ne peuvent être effacés qu'après que l'on a fermé respectivement les signaux ronds avancés, 9^a ou 10^a qui les précèdent : $\frac{9R}{9^aR}$ et $\frac{10R}{10^aR}$.

Les trains venant de Nantes et d'Angers, et auxquels s'adressent les signaux carrés 9 et 10, doivent marquer un arrêt à l'embranchement, avant de franchir ces signaux.

Les enclenchements respectifs que nous venons de signaler entre les signaux carrés 8, 9 et 10, et les signaux

ronds avancés correspondants 8^e, 9^e, 10^e, étant bien définis, nous avons cru inutile, en vue de simplifier le tableau des enclenchements du poste, d'y faire figurer ces derniers signaux.

Quant aux aiguilles, elles ont été figurées sur le croquis précédent de manière à indiquer la direction pour laquelle elles sont normalement disposées ; ainsi l'aiguille 3 est disposée normalement pour donner accès sur la voie II. l'aiguille 6 pour donner accès sur la voie de Châteaubriant, et la jonction 5-5 pour interdire la communication entre les voies de service et le tronc commun.

Ajoutons que les aiguilles 5, 6 et 7 sont munies d'indicateurs de direction.

80. — Examinons maintenant comment, au moyen du tableau complet des enclenchements et du croquis des dispositions de la gare, on peut vérifier si la sécurité est assurée.

Prenons un train partant de l'une des deux voies I et I *bis* ; pour autoriser son départ, il faut ouvrir le signal 1, en renversant son levier. En vertu des enclenchements portés au tableau du § 76 (première ligne) le train trouvera l'aiguille 4 renversée et la jonction 5 normale, bien disposées toutes les deux pour le laisser passer, et de plus empêchant tout mouvement des voies de service vers le tronc commun, enfin les trois signaux 8, 9 et 10 à l'arrêt et interdisant l'accès du tronc commun à tout train venant des directions de Châteaubriant, Nantes et Angers.

Considérons un train venant de Châteaubriant. Pour qu'il puisse entrer en gare, il faut que le signal 8 soit maintenu ouvert, c'est-à-dire normal, ce qui maintient dans leurs positions normales les signaux 1, 9 et 10. attendu que notre tableau des enclenchements (huitième ligne) montre que 8R dégage 1, 9 et 10. Aucun train ne pourra donc partir des voies principales I et I *bis*, ni arri-

ver de Nantes et d'Angers pendant que le train de Châteaubriant entrera en gare.

L'aiguille 6 sera d'ailleurs normale, c'est-à-dire bien disposée pour le passage du train, puisque l'on a $\frac{8R}{6D}$, c'est-à-dire $\frac{8N}{6N}$.

Ayant franchi l'aiguille 6, le train venant de Châteaubriant, après s'être engagé sur le tronc commun, rencontrera l'aiguille 5 qui, si elle est normale, le dirigera vers l'aiguille 4, et, si elle est renversée, vers les voies de service ; mais, quand la jonction 5-5 est renversée, le signal carré 2 est à l'arrêt, comme l'indique la cinquième ligne du tableau des enclenchements, et aucun train ne peut alors sortir des voies de service ; il suffit que l'une de ces dernières voies soit libre pour recevoir le train arrivant de Châteaubriant ; c'est à la gare à prendre les précautions nécessaires à ce sujet, à diriger le train sur celle des voies qui est libre et, s'il n'y en a pas, à prévenir le stationnaire du poste.

Supposons donc que le train venant de Châteaubriant trouve la jonction 5-5 dans sa position normale, il arrivera jusqu'à l'aiguille 4 qui n'a pas de position obligée ; l'aiguilleur du poste doit savoir qu'en principe il ne doit pas toucher à cette aiguille pour recevoir un train pair, c'est-à-dire venant de Châteaubriant, de Nantes ou d'Angers, afin que ce train soit dirigé vers l'une des voies II et II *bis* par l'aiguille 3.

On aurait pu relier l'aiguille 4 au signal 8, qui permet l'accès de la gare à un train pair, venant de Châteaubriant, en établissant l'enclenchement $\frac{8N}{4N}$ ou $\frac{8R}{4D}$; mais on se serait privé de la faculté de recevoir, dans certains cas, un train pair sur la voie I *bis* par exemple, et il convenait, parce qu'on pouvait le faire sans inconvénient,

de conserver cette faculté pour le cas où, en vue des correspondances, quatre trains venant respectivement de Paris, Châteaubriant, Nantes et Angers devaient se trouver simultanément en gare.

Le tronc commun de voie compris entre les aiguilles 5 et 6 donne une entière latitude pour permettre de recevoir les trains qui se présentent en même temps sur les voies qui sont libres ; c'est là une disposition assez fréquente sur le réseau de l'Ouest et qui augmente les ressources de la gare, sans avoir jamais présenté d'inconvénients.

La réception d'un train pair sur l'une des voies impaires I ou *I bis* doit être tenue cependant pour un fait ayant un caractère exceptionnel et qui appelle l'attention du personnel dirigeant de la gare, lequel doit donner à ce sujet au stationnaire du poste toutes les indications nécessaires.

Au contraire, la réception des trains pairs sur l'une ou l'autre des deux voies II et II *bis* est un fait courant ; le stationnaire a besoin d'être informé si l'une ou l'autre de ces deux voies est occupée et, par conséquent, s'il doit s'abstenir d'y diriger aucun train.

A cet effet, deux appareils de correspondance ou de communication manœuvrés de la gare et placés près du poste indiquent au stationnaire de ce poste celle des voies II ou II *bis* qui est occupée ou si elles le sont toutes les deux.

Considérons maintenant un train venant de Nantes : pour qu'il puisse entrer en gare, il faut lui ouvrir le signal 9 et par conséquent renverser le levier de ce signal. Le tableau des enclenchements (neuvième ligne) montre qu'alors les signaux 1, 8 et 10 seront à l'arrêt, que les aiguilles 6 et 7 seront renversées, par suite bien disposées pour le passage du train, qui arrivera ainsi sur le tronc commun dans les conditions indiquées tout à l'heure pour un train venant de Châteaubriant et sur lesquelles il est inutile de revenir.

S'il s'agit d'un train venant d'Angers, il faudra, pour lui

permettre d'entrer en gare, ouvrir le signal 10, et par suite renverser le levier de ce signal : le tableau des enclenchements (dixième ligne horizontale) montre qu'alors les signaux 1, 8 et 9 seront à l'arrêt, que l'aiguille 6 sera renversée, l'aiguille 7 normale, c'est-à-dire toutes deux convenablement disposées pour le passage du train, lequel, arrivé sur le tronc commun, sera, pour le reste de son parcours, soumis aux conditions déjà examinées pour les trains venant de Châteaubriant et de Nantes.

Il nous reste à examiner un dernier mouvement normal, savoir : la sortie des voies de service d'un train gagnant le tronc commun pour être dirigé ensuite sur Châteaubriant, Nantes ou Angers.

Ainsi que nous l'avons vu, un train pair venant de Châteaubriant, Nantes ou Angers, après avoir atteint le tronc commun, peut être dirigé sur les voies de service, en renversant la jonction 5-5 ; mais le tableau des enclenchements (cinquième ligne horizontale) montre que le levier 5 ne peut être renversé qu'autant que l'on a renversé le signal 2, c'est-à-dire mis ce signal à l'arrêt.

Si la situation restait telle, on voit facilement qu'un train ne pourrait passer des voies de service par les aiguilles 5-5 sur le tronc commun, vu qu'il faudrait pour cela renverser les aiguilles 5-5 et préalablement mettre à l'arrêt le signal 2 qui est infranchissable.

Pour permettre la sortie du train, on a prévu entre les leviers intéressés un enclenchement conditionnel, qui permet de rouvrir le signal 2 après avoir renversé la jonction 5-5, si l'on a mis le signal 8 à l'arrêt et maintenu dans la même position les signaux 9 et 10. D'ailleurs, le tableau des enclenchements montre que la jonction 5-5 ne peut être renversée qu'autant que le signal 1 reste normal, c'est-à-dire fermé. Le train qui sort des voies de service ne peut donc en rencontrer aucun autre circulant dans le sens normal.

Je viens de signaler un exemple d'enclenchement entre plus de deux leviers, comme moyen de résoudre des combinaisons particulières auxquelles ne se prêtent pas les enclenchements binaires.

On est souvent obligé d'y recourir, pour permettre les mouvements nécessaires, tout en assurant la sécurité. Ces enclenchements ne peuvent entrer dans nos tableaux d'enclenchements binaires, à la suite desquels on se contente de les mentionner.

Il convient de remarquer, d'ailleurs, que les enclenchements binaires sont de beaucoup les plus nombreux et que les enclenchements ternaires, quaternaires, etc., ne sont que des exceptions, qu'il suffit de mentionner à la suite du tableau des enclenchements binaires.

Ajoutons, pour terminer, que l'on voit indiqué, sur le croquis précédent de la gare de Segré, une aiguille 18, dont il n'a pas été parlé, parce que c'est une aiguille à contrepoids mobile, que les trains impairs ne prennent qu'en talon, qui n'est pas manœuvrée par le stationnaire du poste, mais par les agents de la gare quand leur intervention est nécessaire.

81. — On trouvera que les explications précédentes sont bien longues ; si je leur ai donné un certain développement, c'était en vue de faire comprendre par un exemple la portée de la méthode que j'ai été conduit à adopter dans l'étude des enclenchements. L'expérience m'a montré qu'autant l'explication de cette méthode est longue, autant l'application en est facile et sûre ; cette application devient en quelque sorte toute mécanique et est à la portée de tout agent intelligent. J'en vais donner d'autres exemples, en restreignant de plus en plus les explications, et le lecteur qui voudra bien examiner ces exemples arrivera vite à lire les tableaux d'enclenchement comme un texte ordinaire.

Nous avons présenté notre tableau des enclenchements

comme étant, en ce qui concerne les enclenchements directs, l'expression d'une étude déjà faite, et nous avons cherché : 1° à en déduire les enclenchements indirects ; 2° à vérifier les conditions de sécurité nécessaires.

On est conduit à se demander comment il convient de procéder pour déterminer les enclenchements directs à réaliser, c'est-à-dire pour résoudre le problème inverse du précédent.

82. — Dans ce but on passera en revue les divers mouvements qui peuvent s'exécuter dans la gare, par exemple l'arrivée ou le départ des trains, l'entrée de ces trains sur les voies de service ou leur sortie de ces voies.

Ainsi, dans le cas du poste 2 de Segré qui nous occupe, pour recevoir un train venant de Châteaubriant, il n'est en principe nécessaire de manœuvrer aucun appareil ; mais, pour éviter toute collision et toute détérioration des appareils de la voie, il faut que, le signal 8 étant normalement ouvert, on ait :

1N, 6N, 9N, 10N.

Ce qui s'exprime en écrivant que 8R renversé a pour conséquence

1D, 6D, 9D, 10D.

On obtient ainsi la huitième ligne horizontale du tableau d'enclenchements ci-dessus.

De même, pour faire partir de la gare un train vers Châteaubriant, Nantes ou Angers, il faut ouvrir, c'est-à-dire renverser le signal 1, renverser l'aiguille 4 et maintenir l'aiguille 5 normale, enfin mettre à l'arrêt le signal 8 et y maintenir les signaux 9 et 10.

Il faut donc que 1R enclenche :

4R, 5N, 8R, 9N et 10N.

Ces relations donnent immédiatement la première ligne horizontale du tableau des enclenchements.

Lorsque l'on aura ainsi passé en revue, pour chaque appareil, signal ou aiguille, les mouvements que sa position normale ou renversée peut permettre, on sera parvenu à constituer le tableau complet des enclenchements nécessaires qui devront tout d'abord être inscrits au tableau au moyen de grandes lettres comme enclenchements directs, puisque leurs conséquences ne sont pas encore connues.

On reprendra ensuite pour chaque levier l'étude des conséquences des enclenchements inscrits, et on constatera le plus souvent que quelques-uns font double emploi, ce qui conduira à réduire le nombre des enclenchements à réaliser directement, puisque l'étude aura montré que certains d'entre eux sont obtenus indirectement. On substituera alors, dans le tableau pour ces enclenchements indirects, des petites lettres aux grandes, en plaçant au-dessous des petites lettres le numéro ou les numéros des leviers par l'intermédiaire desquels chaque enclenchement indirect est obtenu. Le choix à faire entre les enclenchements directs ou indirects est généralement affaire d'appréciation, car la réduction des enclenchements directs à leur nombre strictement nécessaire est un problème susceptible dans beaucoup de cas de solutions multiples.

A ce sujet, il est difficile d'indiquer des règles générales; on peut pourtant recommander l'observation de la suivante.

Quand deux signaux commandent l'accès d'un même point, s'ils ne peuvent être ouverts en même temps, il n'y aura pas moralement de collision possible au point considéré; mais, si l'on peut enclencher un des signaux avec une aiguille qui empêchera, par la position qu'elle doit forcément prendre quand ce signal est ouvert, l'un

des mouvements d'atteindre le point critique, il est évident qu'à la garantie morale qui repose sur l'observation des signaux on aura substitué une garantie matérielle assurément préférable.

Je vais m'expliquer par un exemple très simple concernant une bifurcation de deux lignes à deux voies.

Bifurcation de l'Étang-la-Ville (Ouest).

83. — La fig. 63 représente les dispositions adoptées à l'Étang-la-Ville pour la bifurcation des lignes de Versailles à Saint-Germain et de Versailles à Saint-Cloud

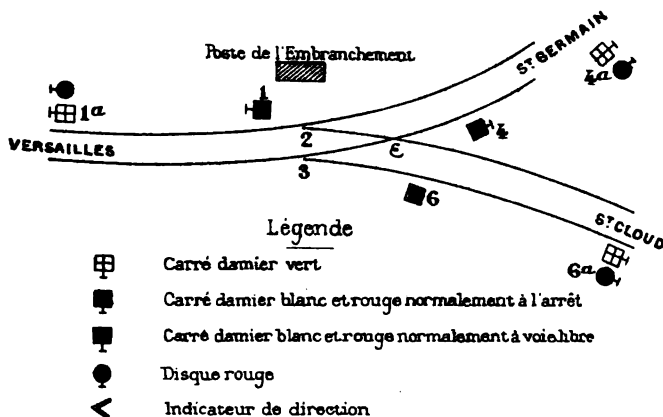


FIG. 63.

(poste n° 3). Toutefois le signal carré 1, que nous avons supposé placé sur le tronc commun, n'a été figuré que pour faciliter les explications qui suivent; en réalité, il n'existe pas et nous indiquerons plus loin pourquoi on a pu se dispenser de l'établir.

Supposons pour le moment qu'il existe et que la bifurcation soit constituée comme l'indique le croquis.

Les voies sont normalement continues entre Versailles

et Saint-Germain, tandis que les directions de Versailles et de Saint-Cloud ne peuvent être mises en relation qu'en renversant l'aiguille 2 ou l'aiguille 3, suivant le sens du mouvement.

L'aiguille 3, normalement disposée pour la direction de Saint-Germain, est à contrepoids fixe et n'est enclenchée avec aucun appareil ; les trains venant de Saint-Cloud la prennent en talon et doivent la manœuvrer eux-mêmes. La pratique a montré que cela n'a pas d'inconvénient, si ces trains n'abordent l'aiguille qu'à une vitesse réduite, ce qui a lieu en raison de l'obligation imposée à tout mécanicien venant de Saint-Cloud de marquer l'arrêt de sécurité devant le signal 6.

L'aiguille 2, au contraire, prise en pointe par des trains en marche normale, doit être préalablement disposée pour la direction que doit suivre un train venant de Versailles.

L'approche de la bifurcation peut être défendue dans les trois directions de Versailles, Saint-Germain et Saint-Cloud par les trois signaux carrés d'arrêt absolu 1, 4 et 6, les deux premiers étant normalement à voie libre, parce que la direction de Versailles-Saint-Germain et *vice versa* est normalement ouverte, le signal 6, au contraire, étant normalement fermé, comme la direction de Saint-Cloud l'est elle-même.

Les signaux carrés 1, 4 et 6 sont précédés respectivement de disques ronds 1^a, 4^a, 6^a normalement à voie libre et munis d'un damier vert et blanc annonçant l'approche de la bifurcation.

Il ne pourrait se produire de collision entre des trains venant de Versailles, Saint-Germain et Saint-Cloud qu'en deux points que nous appellerons points critiques, savoir : 1° sur l'aiguille 3, entre un train venant de Saint-Germain et un train venant de Saint-Cloud ; pour rendre impossible cette collision, il suffit d'enclencher les signaux 4 et 6 de telle sorte qu'ils ne puissent être simultanément à voie libre ;

2° au point ϵ entre un train venant de Saint-Germain et un autre venant de Versailles et se dirigeant sur Saint-Cloud ; on éviterait cette éventualité de collision en enclenchant les signaux 4 et 1 de façon qu'ils ne puissent être placés simultanément à voie libre, mais alors on ne pourrait plus laisser passer en même temps, à la bifurcation, un train de Versailles à Saint-Germain et un train de Saint-Germain à Versailles ; on obtiendra le même résultat, avec une garantie matérielle au lieu d'une garantie morale, en enclenchant le signal 4 avec l'aiguille 2, de telle sorte que cette aiguille soit toujours dans sa position normale, tant que le signal 4 est ouvert, car alors tout train venant de Versailles sera forcément dirigé sur Saint-Germain et ne viendra pas en ϵ .







Dès lors, le signal carré 1 n'est plus nécessaire, et l'éventualité la plus fâcheuse qui puisse se produire c'est qu'un mécanicien venant de Versailles et voulant aller à Saint-Cloud s'engage sur la voie de Saint-Germain, alors que le signal indicateur de l'aiguille 2 lui fait connaître que cette aiguille n'est pas faite pour la direction de Saint-Cloud.

Pour ce motif, la Compagnie de l'Ouest n'établit pas le signal 1 dont

nous avons momentanément supposé l'existence.

Par suite, les enclenchements de la bifurcation de l'Étang-la-Ville se résument dans le tableau de la *fig. 64*, où ne figure plus le signal carré 1.

Notre tableau indique que les signaux carrés 4 et 6



A
A


■


■

	1 ^a	2	3	4 ^a	4	6 ^a	6
1 ^a	R						
2		R		$\frac{r}{4}$	R		
3			R				
4 ^a		$\frac{d}{4}$		R	D		$\frac{d}{4}$
4		D		R	R		D
6 ^a						R	D
6				$\frac{r}{4}$	R	R	R

J. Courcier

FIG. 64.

sont enclenchés respectivement avec les signaux ronds qui les précèdent, de façon qu'on soit obligé de renverser le signal rond avant de pouvoir renverser le carré correspondant ; en d'autres termes, le signal rond normal enclenche le carré normal.

Il est facile, en examinant l'itinéraire des trains, de s'assurer qu'il n'y a pas de collision possible à la bifurcation, si les signaux sont respectés. En effet, un train venant de Versailles et allant à Saint-Germain ne s'engage sur l'aiguille 2 qu'autant que le signal indicateur de direction lié à cette aiguille, lui indique qu'elle est normalement placée et, par suite, disposée pour la direction de gauche ; il ne peut, d'ailleurs, rencontrer aucun autre train.

Si le train doit aller à Saint-Cloud, il ne s'engage sur l'aiguille 2 qu'autant que son indicateur de direction fait connaître qu'elle est renversée et, par suite, disposée pour la direction de droite, mais l'aiguille 2 ne peut être renversée qu'autant que le signal 4 a été renversé, c'est-à-dire mis à l'arrêt, ce qui empêche toute collision sur la traversée de voie ϵ .

Enfin des trains venant de Saint-Germain et de Saint-Cloud ne peuvent arriver ensemble sur l'aiguille 3, puisque les deux signaux 4 et 6 ne peuvent se trouver simultanément à la voie libre ; notre tableau indique en

effet que l'on a $\frac{4R}{6D}$, c'est-à-dire $\frac{4N}{6N}$ ou $\frac{4 \text{ à voie libre}}{6 \text{ à l'arrêt}}$ et sa

réciproque $\frac{6R}{4R}$ ou $\frac{6 \text{ à voie libre}}{4 \text{ à l'arrêt}}$.

J'ai dit plus haut que sur le réseau de l'Ouest on ne fait pas entrer l'aiguille 3 dans l'enclenchement, parce qu'elle ne peut être normalement abordée par les trains qu'en talon et que les trains la déplacent eux-mêmes pour leur passage, si elle n'est pas convenablement disposée à l'avance.

Bifurcation de Saint-Sulpice (Ouest).

84. — Examinons encore l'exemple d'une bifurcation entre une ligne à double voie et une ligne à voie unique. Il y a lieu de distinguer deux cas, suivant que la ligne à voie unique se détache à droite ou à gauche de la ligne à

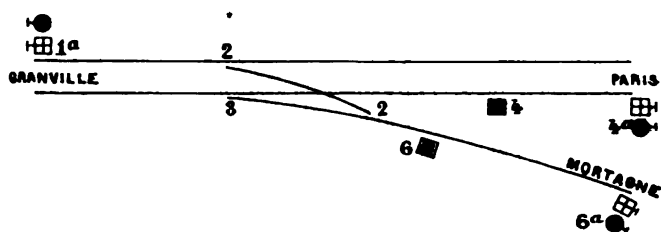


FIG. 65.

double voie, quand on parcourt cette dernière en venant du tronc commun.

La fig. 65 représente le premier cas, celui d'une bifurcation vers la droite, que l'on rencontre à Saint-Sulpice (bifurcation des lignes de Paris à Granville et de Mortagne à Laigle).

Le signal 6 est normalement à l'arrêt, les autres signaux sont normalement à voie libre.

Les enclenchements réalisés sont ceux du tableau de la fig. 66.

Nous n'avons ici qu'un seul enclenchement indirect

	R						
		R			R		N
			R				
				R	D		
		D		R	R		D
						R	D
		N			R	R	R

FIG. 66.

J. L. L.

$\frac{(2-2)R}{4^a r}$ et sa réciproque $\frac{4^a R}{(2-2)d}$ réalisée par l'intermédiaire du levier 4.

Suivons les différents trains qui peuvent passer à la bifurcation.

Un train venant de Granville sera dirigé sur Paris ou Mortagne suivant la position de l'aiguille 2 indiquée au mécanicien par le signal de direction. Si le train va sur Paris, la jonction 2-2 étant dans sa position normale, il ne peut rien rencontrer ; s'il est dirigé sur Mortagne, la jonction 2-2 est renversée, les signaux 4 et 6 sont à l'arrêt. Il n'y a donc pas de collision possible à la bifurcation.

Un train venant de Paris n'abordera la bifurcation que si le signal 4 est ouvert, c'est-à-dire normal, et le tableau nous montre que 4N entraîne (2-2)N et 6N, puisque 4R dégage 2-2 et 6 ; le train venant de Paris ne peut donc rencontrer ni un train venant de Granville, que l'aiguille 2 dirigerait sur Paris, ni un train venant de Mortagne, puisque le signal 6 est N, c'est-à-dire fermé.

Enfin un train venant de Mortagne ne passera à la bifurcation que si on lui ouvre le signal 6 en le renversant, et le tableau montre que l'on a alors 4R et (2-2)N ; comme dans le cas précédent, un train venant de Granville serait dirigé sur Paris. En outre, un train venant de Paris serait arrêté par le signal 4 qui est fermé ; le train de Mortagne franchirait donc librement la bifurcation, en manœuvrant à l'anglaise l'aiguille 3 qui est isolée et normalement disposée pour la direction de Paris.

On a établi entre les signaux carrés et les signaux ronds qui les précèdent les enclenchements ordinaires :

$$\frac{4R}{4^a R} \quad \text{et} \quad \frac{6R}{6^a R} \quad \text{ou réciproquement} \quad \frac{\text{signal rond N}}{\text{carré N}}$$

Quant au signal 1^a, il n'entre pas dans l'enclenchement et ne sert qu'à couvrir un train arrêté au signal de direc-

tion de l'aiguille 2, quand la direction qu'il doit suivre ne lui est pas donnée.

L'aiguille 3 est aussi en dehors de l'enclenchement, et c'est pour cela que la ligne horizontale et la colonne verticale affectées à cette aiguille ne renferment aucune indication; mais on pourrait la faire entrer dans l'enclenchement, de telle sorte qu'elle fût toujours convenablement disposée à l'avance pour le passage des trains. Les enclenchements à établir seraient les suivants :

$$\begin{array}{llll} \frac{4N}{3N}, & \text{ou} & \frac{4R}{3D} & \text{dont la réciproque est } \frac{3R}{4R}; \\ \frac{6R}{3R} & \text{dont la réciproque est } \frac{3R}{6D} & \text{ou} & \frac{3N}{6N}. \end{array}$$

Les deux signaux 4 et 6 se trouveraient ainsi enclenchés indirectement entre eux par l'intermédiaire de l'aiguille 3, de façon à ne pouvoir être ouverts simultanément, et il n'y aurait plus lieu de les enclencher directement.

Bifurcation de Rouxménil (Ouest).

85. — Examinons maintenant le cas d'une bifurcation d'une ligne à deux voies avec une ligne à voie unique placée à gauche de la précédente pour un observateur qui parcourt la première en quittant le tronc commun.

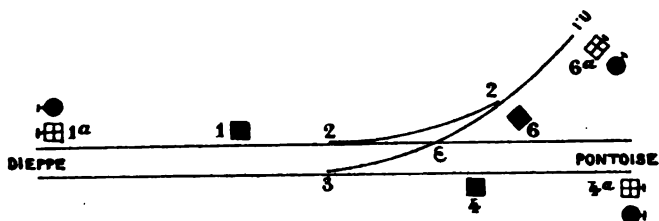


FIG. 67.

C'est le cas de la *fig. 67*, qui représente en substance

les dispositions adoptées à la gare de Rouxménil, pour la bifurcation des lignes de Dieppe à Pontoise et à Eu.

Ici on ne peut plus se dispenser de placer un signal carré sur le tronc commun, comme on pouvait le faire dans le cas précédent, où la branche à voie unique était à droite de la branche à double voie. Il y a intérêt à se bien rendre compte de cette différence.

Dans le cas précédent, un train venant de Granville pouvait toujours s'engager dans la direction de Paris s'il devait la suivre et si le signal indicateur de direction de l'aiguille 2 lui faisait connaître que cette direction était donnée en même temps qu'aurait passé à la bifurcation un train venant soit de Paris, soit de Mortagne.

Dans le cas que nous examinons maintenant, il n'en est plus ainsi ; la figure précédente montre que, si un train venant d'Eu passe à la bifurcation, on ne peut y laisser arriver en même temps un train venant de Dieppe et dirigé sur Pontoise, ce dernier doit donc être arrêté, quelle que soit la position de l'indicateur de direction de l'aiguille 2, et, pour commander l'arrêt, le signal carré n° 1 devient indispensable.

Suivant la disposition en usage sur le réseau de l'Ouest, les directions de Dieppe et de Pontoise sont normalement ouvertes, tandis que la direction d'Eu est normalement fermée, les trois disques à distance sont normalement à voie libre.












Les enclenchements établis sont résumés dans le tableau de la *fig.* 68 ci-après.

Nous n'avons ici encore qu'un enclenchement indirect $\frac{6R}{4^a r}$ et sa réciproque $\frac{4^a R}{6d}$, réalisés par l'intermédiaire du levier 4.

En suivant l'itinéraire des trains, on s'assure facilement que la sécurité est assurée.

On remarquera que l'aiguille 3 n'entre pas dans le sys-

tème d'enclenchement, c'est une aiguille isolée qui n'est pas manœuvrée du poste et que les trains manœuvrent à l'anglaise, quand il y a lieu, en l'abordant par le talon ;

				J	A						
	1 ^a	1	2.2	3	4 ^a	4	6 ^a	6			
1 ^a	R	D									
1	R	R									D
2.2			R				R	N			
3				R							
4 ^a					R	D					
4					R	R		D			
6 ^a			D				R	D			
6		R	N			R	R	R			

L. Courcier

FIG. 68.

on pourrait enclencher cette aiguille avec les signaux 4 et 6 au moyen des dispositions :

$$\frac{4N}{3N} \quad \text{ou} \quad \frac{4R}{3D}, \quad \text{dont la réciproque est} \quad \frac{3R}{4R},$$

et

$$\frac{6R}{3R}, \quad \text{dont la réciproque est} \quad \frac{3R}{6D} \quad \text{ou} \quad \frac{3N}{6N}.$$

Poste Saxby de Givet (Est).

86. — Je me suis surtout occupé jusqu'ici des enclenchements à établir aux bifurcations les plus simples, telles que celles que l'on rencontre en pleine voie ; je crois utile de donner maintenant un exemple d'une bifur-

cation dont les dispositions sont plus complexes, et dont le poste, placé à la sortie d'une gare, doit manœuvrer, en dehors des appareils de la bifurcation, un certain nombre de signaux ou d'aiguilles appartenant à la gare elle-même.

Je vais, à cet effet, examiner les dispositions du poste (système Saxby) établi à Givet à la bifurcation des lignes à voie unique qui conduisent à Namur et à Charleroi.

L'exemple est particulièrement intéressant, parce qu'il comporte normalement des mouvements à contre-voie qui ont exigé des mesures spéciales. Je profiterai d'ailleurs de cet exemple pour indiquer d'une façon complète la méthode à suivre en vue de rechercher tous les enclenchements indirects résultant des enclenchements directs matériellement réalisés.

Indiquons d'abord les dispositions des appareils placés dans les dépendances du poste Saxby que nous nous proposons d'étudier (Voir Pl. VI).

On veut avoir la possibilité de faire entrer directement sur les voies de garage impaires les trains venant de Namur et de Charleroi; ces trains circuleront à contre-voie depuis l'aiguille 12 ou l'aiguille 14 jusqu'à ce qu'ils atteignent l'aiguille 17 placée sur la voie principale I et par laquelle ils seront dirigés sur les voies de garage impaires.

C'est pour ce motif que les signaux carrés (2-3) et (5-6) placés sur les branches de Namur et de Charleroi, sont munis de deux leviers de manœuvre. Ces signaux carrés sont respectivement ouverts par leurs leviers 2 ou 5, quand les trains dont ils permettent l'entrée en gare doivent être dirigés sur la voie principale II, et par leurs leviers 3 ou 6, quand ces trains doivent être dirigés sur les voies de garage impaires.

On ne peut d'ailleurs ouvrir l'un quelconque des signaux 2-3 et 5-6 au moyen de l'un ou de l'autre de ses leviers

qu'après avoir tourné à l'arrêt le disque ou signal rond qui le précède.

Le signal carré 25-26 est aussi muni de deux leviers de manœuvre ; on ouvre le signal pour autoriser le départ d'un train de la voie principale I, au moyen du levier 25 ou du levier 26, suivant que ce train doit être dirigé sur Charleroi ou sur Namur.

Les doubles leviers, et en général les leviers multiples, au moyen desquels on peut ouvrir un signal carré, ont pour but d'assurer à l'avance la position convenable des aiguilles sur l'itinéraire que le train doit suivre.

Ainsi, si l'on veut faire partir un train venant de la voie I, il convient, avant d'ouvrir le signal 25-26, d'avoir l'assurance que les deux jonctions 19-19 et 17-17 sont dans leurs positions normales ; à cet effet, on a prévu les enclenchements

$$\frac{25R}{17N} \quad \frac{25R}{19N},$$

et aussi

$$\frac{26R}{17N} \quad \frac{26R}{19N}.$$

Dans ces conditions la voie est préparée pour le passage du train jusqu'à l'aiguille 16, que ce train doive être dirigé sur Namur ou Charleroi ; non seulement les jonctions 17-17 et 19-19 sont convenablement placées, ce qui assure leur conservation, mais, de plus, elles sont disposées de façon à ce qu'aucun mouvement ne puisse venir des voies de garage paires ou impaires engager la voie 1 sur le parcours du train considéré.

L'aiguille 16 devra être normale ou renversée à l'avance ; si le train va à Charleroi, il faudra que l'aiguille 14 soit aussi renversée à l'avance, en vue de ménager ces aiguilles et les appareils qui les manœuvrent à distance ; ce sont là des liaisons ou enclenchements de conservation

établis dans le but d'éviter la détérioration du matériel de la voie.

87. — Examinons maintenant en détail les dispositions prévues au poste, en reproduisant fidèlement l'étude à laquelle j'ai dû me livrer, pour reconnaître si la sécurité était complètement assurée.

Un projet d'enclenchement comporte essentiellement deux documents (*):

1° Un plan indiquant la nature, l'emplacement et la position normale des appareils, aiguilles et signaux, leur groupement ou leur conjugaison, quand plusieurs sont manœuvrés par un même levier. Les indications de ce plan peuvent être résumées dans un croquis schématique avec une nomenclature des appareils contenant l'indication de leurs positions normales ;

2° Un tableau A faisant connaître les enclenchements directs, c'est-à-dire ceux que l'on se propose de réaliser matériellement ; ce tableau sera appelé le projet d'enclenchements. Nous donnons ce projet établi, en ce qui concerne le poste de Givet, dans la forme des projets d'enclenchements du système Saxby et tel qu'il est présenté par la Compagnie de l'Est.

C'est au moyen de ces documents que nous établissons le tableau complet B des enclenchements, tant directs qu'indirects, lequel fait connaître, lorsqu'un levier occupe sa position normale ou sa position renversée, les positions que doivent forcément occuper un ou plusieurs autres leviers du poste avec lesquels il est relié soit directement, soit indirectement.

(*) Voir les tableaux de la Pl. VI.

Ces tableaux ont été dressés, sur ma demande, par M. Hardy, conducteur des Ponts et Chaussées attaché à la Direction du Contrôle des chemins de fer de l'Est, qui a étudié avec beaucoup d'intelligence, sous la direction de M. Massieu, tous les projets d'enclenchements présentés dans ces dernières années par la Compagnie de l'Est.

88. *Tableau A.* — Examinons la constitution du tableau A ; il comprend essentiellement huit colonnes verticales dont les quatre premières, comme nous l'indiquerons tout à l'heure, se rapportent toutes aux enclenchements binaires simples que nous nous proposons tout d'abord d'étudier. Les quatre dernières colonnes ne concernent que le verrouillage des aiguilles et, par suite, des enclenchements binaires doubles. On ajoute parfois à gauche du tableau une colonne donnant la position normale des signaux.

Une ligne horizontale du tableau A est affectée aux enclenchements de chacun des leviers du poste avec tous les autres leviers auxquels il est relié directement. Dans un but d'ordre on a été conduit à placer en tête du tableau les leviers des signaux qui autorisent les mouvements dans un sens, et à la fin du tableau les leviers des signaux qui autorisent les mouvements de sens contraire. Dans l'intervalle on a placé les leviers des aiguilles isolées ou conjuguées, ainsi que les leviers des blocs ou taquets d'arrêt, et ceux des verrous, lorsque ces derniers sont manœuvrés par des leviers spéciaux ; on réserve d'ailleurs en pratique des espaces, c'est-à-dire des places pour les leviers nouveaux que le poste pourrait comporter ultérieurement.

Dans la première colonne du tableau est inscrit, sur la ligne horizontale qui lui est affectée, le numéro du levier que l'on veut spécialement considérer dans ses liaisons ou enclenchements directs avec les autres leviers du poste. Prenons pour exemple le levier n° 14 et voyons la signification des indications des colonnes suivantes, en expliquant le sens des termes qui y sont employés.

Dans la deuxième colonne on a porté *les leviers enclenchés normalement et qui sont dégagés par ceux de la première colonne renversés*, par exemple les leviers 2, 6 et 25 sur la ligne horizontale à gauche de laquelle a été inscrit le levier 14.

490 ÉTUDE SUR LES ENCLENCHEMENTS ENTRE LEVIERS

Cela veut dire, en raisonnant sur le levier 14, que, tant que le levier 14 est normal, on ne peut renverser aucun des leviers 2, 6 et 25, autrement dit que, pour rendre ces derniers leviers libres, il faut d'abord renverser le levier 14.

Ces enclenchements peuvent se représenter par les symboles suivants :

$$\frac{\text{Lever de la col. 1 (N)}}{\text{Lever de la col. 2 (N)}}; \quad \frac{14N}{2N}; \quad \frac{14N}{6N}; \quad \frac{14N}{25N};$$

symboles auxquels on peut substituer les suivants qui leur sont équivalents par convention

$$\frac{14R}{2D}; \quad \frac{14R}{6D}; \quad \frac{14R}{25D}.$$

Dans la troisième colonne on a mentionné *les leviers libres normalement et qui sont enclenchés par ceux de la première colonne renversés*, soit le levier 15 sur la ligne horizontale affectée aux relations du levier 14.

Par là il faut entendre, en ce qui concerne le levier 14, que ce levier ne peut pas être renversé, sans que le levier 15 mentionné à la troisième colonne soit normal et, réciproquement, que le levier 14 étant renversé immobilise le levier 15 dans sa position normale. Cet enclenchement peut s'écrire symboliquement

$$\frac{\text{Lever de la col. 1 (R)}}{\text{Lever de la col. 3 (N)}} \quad \frac{14R}{15N}.$$

Dans la quatrième colonne on a porté *les leviers renversés et enclenchés par ceux de la première colonne renversés*.

Cela veut dire, en prenant toujours pour exemple le levier 14, que ce levier 14 ne peut être renversé sans que le levier 16 porté à la quatrième colonne soit lui-

même renversé :

$$\frac{\text{Lever de la col. 1 (R)}}{\text{Lever de la col. 4 (R)}} \quad \frac{14R}{16R}$$

Toutes les liaisons du levier 14 avec les autres leviers du poste peuvent donc se représenter par les formules

$$\frac{14R}{2D}, \quad \frac{14R}{6D}, \quad \frac{14R}{25D}, \quad \frac{14R}{15N}, \quad \frac{14R}{16R}$$

Le tableau A contient du reste l'indication des relations réciproques des précédentes, comme nous allons l'expliquer.

Les enclenchements

$$\frac{14R}{2D}, \quad \frac{14R}{6D}, \quad \frac{14R}{25D},$$

équivalent à

$$\frac{14N}{2N}, \quad \frac{14N}{6N}, \quad \frac{14N}{25N},$$

et ont pour réciproques

$$\frac{2R}{14R}, \quad \frac{6R}{14R}, \quad \frac{25R}{14R}.$$

Ces réciproques sont inscrites, comme on le reconnaît facilement dans la quatrième colonne, aux lignes horizontales 2, 6 et 25 du tableau.

L'enclenchement $\frac{14R}{15N}$ inscrit à la troisième colonne du tableau a pour réciproque $\frac{15R}{14N}$, et cette réciproque, ayant la même forme que l'enclenchement considéré, se trouve naturellement dans la même troisième colonne à la ligne horizontale 15.

Enfin l'enclenchement $\frac{14R}{16R}$ inscrit dans la quatrième

colonne a pour réciproque $\frac{16N}{14N}$ ou $\frac{16R}{14D}$, et cette réciproque est inscrite dans la deuxième colonne à la ligne 16.

On voit donc qu'un enclenchement qui figure à la deuxième colonne du tableau a sa réciproque écrite dans la quatrième colonne, et réciproquement, et qu'un enclenchement qui figure dans la troisième colonne a sa réciproque écrite dans cette même troisième colonne.

Dans la cinquième colonne on a inscrit *les leviers enclenchés ou normaux ou renversés, par ceux de la première colonne renversés*. Ainsi sur la ligne horizontale correspondant au levier 13 se trouve dans la cinquième colonne le levier 14, ce qui signifie que 13 renversé enclenche 15 dans ses deux positions

$$\frac{\text{Lever de la col. 4 (R)}}{\text{Lever de la col. 5 (N et R)}} \quad \frac{13R}{14N \text{ et } 14R}$$

Cette colonne est donc réservée aux enclenchements binaires doubles produits par un levier renversé.

Dans la sixième colonne on a inscrit *les leviers enclenchés ou normaux ou renversés, par ceux de la première colonne normaux*; cette colonne est réservée aux enclenchements binaires doubles produits par un levier normal

$$\frac{\text{Lever de la col. 4 (N)}}{\text{Lever de la col. 6 (N et R)}}$$

Dans la septième colonne on a inscrit *les leviers enclenchés normalement pendant la course des leviers de la première colonne*; sur la ligne horizontale 14 se trouve le levier 13, ce qui signifie que $\frac{14 \text{ pendant la course}}{13N}$, réci-

proque de l'enclenchement binaire double $\frac{13R}{14N \text{ et } 14R}$.

Ainsi, un enclenchement binaire double qui figure à la colonne 5 a sa réciproque dans la colonne 7 et vice versa.

De même, un enclenchement binaire double qui figure à la colonne 6 a sa réciproque dans la colonne 8 intitulée : *leviers renversés et enclenchés pendant la course des leviers de la première colonne*

<u>Levier de la col. 1 pendant sa course,</u>
Levier de la col. 7 (N)
<u>Levier de la col. 1 pendant sa course.</u>
Levier de la col. 8 (R).

89. *Tableau B.* — Maintenant que nous avons expliqué le sens des indications portées au tableau A (abstraction faite pour le moment des enclenchements conditionnels indiqués au bas de ce tableau), nous allons faire connaître comment on établit le tableau B, lequel est destiné à récapituler non seulement les enclenchements directs matériellement réalisés entre deux leviers quelconques, mais encore les enclenchements indirects établis entre ces deux mêmes leviers par l'intermédiaire d'autres leviers du poste.

Le tableau B, dont nous avons déjà donné des spécimens simples, est à double entrée comme une table de multiplication ; sur une ligne horizontale en tête du tableau, et dans une colonne verticale à gauche, sont inscrits les numéros de tous les leviers du poste dans le même ordre, et, pour plus de clarté, on adopte autant que possible l'ordre arithmétique.

En dehors de cette ligne horizontale et de cette colonne, le tableau comprend autant de lignes et de colonnes qu'il y a de leviers installés dans le poste ; on peut même, pour faciliter les lectures, reproduire les numéros des leviers sur une ligne horizontale au bas du tableau et dans une colonne à droite.

Dans le même but, on représente sur une ligne horizontale et au-dessus de chaque levier les appareils que ce levier manœuvre, soit par une figure conventionnelle, soit par les abréviations suivantes :

A¹⁰, une aiguille isolée ;

J, une jonction formée de deux ou plusieurs aiguilles conjuguées ;

V, un verrou.

Une ligne horizontale est affectée à la représentation des enclenchements directs ou indirects qui intéressent un levier déterminé.

Prenons toujours pour exemple le levier 14 et considérons-le dans sa position renversée en écrivant à cet effet la lettre R dans la case qui se trouve à la rencontre de la quatorzième ligne horizontale du tableau et de sa quatorzième colonne verticale.

Le tableau A nous indique que, lorsque le levier 14 est renversé, les leviers 2, 6 et 25 sont dégagés, c'est-à-dire rendus libres ; écrivons en conséquence les lettres D sur la quatorzième ligne dans les colonnes 2, 6 et 25.

Le tableau A nous indique, en outre, que 14 ne peut être renversé sans que 15 soit normal et 16 renversé ; écrivons donc sur la quatorzième ligne horizontale N dans la colonne 15 et R dans la colonne 16, et nous aurons transcrit sur la quatorzième ligne du tableau B toutes les relations d'enclenchements binaires qui se trouvent sur la quatorzième ligne du tableau A.

Il est convenu que nous employons, pour faire cette transcription, de grandes lettres pour indiquer qu'il s'agit de représenter les enclenchements directs du levier 14.

Faisons la même chose pour tous les leviers du poste, et le tableau B renfermera toutes les indications du tableau A.

Remarquons que chaque levier que l'on considère dans ses relations avec les autres, est supposé dans sa position renversée, représentée par la lettre R dans la ligne horizontale et dans la colonne verticale affectées à ce levier, de sorte que toutes les lettres R dont nous venons de parler se trouveront sur la diagonale qui traverse le tableau B de gauche en haut à droite en bas.

La réciprocité des enclenchements se traduira, comme nous l'avons déjà indiqué, par la symétrie par rapport à cette diagonale, des cases où sont placées les lettres qui représentent chaque enclenchement et sa réciproque, étant rappelé que toute lettre N a pour symétrique une autre lettre N, toute lettre R une lettre D, ou inversement.

Si nous désignons une case du tableau par le numéro de la ligne horizontale suivi du numéro de la colonne verticale où elle se trouve, on reconnaît, en prenant toujours pour exemple le levier 14, et ceux avec lesquels il est enclenché directement, que, aux lettres D des cases 14-2, 14-6, 14-25 correspondent comme symétriques des lettres R dans les cases 2-14, 6-14, 25-14, qu'à la lettre N dans la case 14-15 correspond une lettre N dans la case 15-14, qu'à la lettre R dans la case 14-16 correspond une lettre D dans la case 16-14.

La considération de cette symétrie, qui est du même genre que celle dont jouit une table de multiplication, fournit un moyen ou de découvrir des erreurs, ou de compléter les indications du tableau, quand le projet que l'on a à étudier ne fait pas connaître les réciproques de tous les enclenchements.

Notre tableau B indique les liaisons d'un levier que l'on considère spécialement, quand il est dans sa position renversée, avec les autres leviers du poste auxquels il est relié ; on pourrait donc être tenté de croire qu'il faudrait un nouveau tableau pour indiquer les liaisons du même levier considéré, quand il est dans sa position normale, avec les autres leviers du poste.

Ce second tableau n'est nullement nécessaire, et nous allons montrer que le premier, c'est-à-dire le tableau B, suffit à tout.

Revenons, à titre d'exemple, au levier 14.

Quand il est renversé, le levier 15 est forcément nor-

mal et le levier 16 forcément renversé. De plus, 14 étant renversé, dégage, c'est-à-dire rend libres, les leviers 2, 6 et 25 qui ne l'étaient pas quand 14 était normal; 14 renversé n'impose donc aux leviers 2, 6 et 25 aucune position particulière. Mais, lorsque 14 est normal, il impose aux leviers 2, 3 et 25 la position normale.

De là résulte qu'il y a deux lectures à faire de chaque ligne horizontale du tableau B. Dans la première lecture de la ligne affectée au levier 14, par exemple, on supposera ce levier renversé et on relèvera les numéros des leviers qui doivent être alors ou normaux ou renversés, sans avoir égard à ceux qui sont dégagés, puisque ceux-ci, rendus libres, n'ont pas de position obligatoire; on se bornera à relever que, 14 étant renversé, le levier 15 est normal et le levier 16 renversé, c'est-à-dire que l'on a symboliquement

$$\frac{14R}{15N} \quad \text{et} \quad \frac{14R}{16R}.$$

Dans la seconde lecture on considérera le levier 14 comme étant dans sa position normale; cette position ne peut avoir d'autre effet que d'entraîner, pour certains leviers du poste, l'obligation de la position normale, vu que tous les leviers d'un poste doivent toujours pouvoir être placés simultanément dans leur position normale et que, par suite, la position normale de l'un d'eux ne saurait imposer à un autre la position renversée.

Or, quand un levier, 14 par exemple, étant normal, impose à d'autres leviers déterminés la position également normale, il faut que ledit levier 14 soit renversé pour que lesdits autres leviers soient rendus libres ou dégagés et puissent être renversés à leur tour.

En conséquence, dans la deuxième lecture de la ligne horizontale du tableau qui se rapporte au levier 14, nous n'aurons pas égard aux cases où sont inscrites des lettres N

et R, mais seulement à celles où figure la lettre D ; nous lirons

$$\frac{14R}{2D},$$

$$\frac{14R}{6D},$$

$$\frac{14R}{25D},$$

et nous traduirons par

$$\frac{14N}{2N},$$

$$\frac{14N}{6N},$$

$$\frac{14N}{25N},$$

ce qui voudra dire que, tant que le levier 14 est dans sa position normale, les leviers 2, 6 et 25 sont aussi forcément dans leur position normale.

Je pense que ces explications seront facilement comprises et que l'on se rendra sans difficulté compte de la signification des liaisons indiquées en grandes lettres sur le tableau B.

Réduit à ces indications, le tableau B ne ferait d'ailleurs que reproduire sous une autre forme le tableau A et n'indiquerait, comme lui, que les enclenchements directs que l'on se propose de réaliser matériellement entre les leviers du poste.

En substituant le tableau B au tableau A, j'ai eu pour but d'assurer une place simple et rationnelle aux enclenchements indirects qui peuvent exister entre les divers leviers comme conséquence des enclenchements directs, place que n'offrait pas le tableau A. J'ai eu aussi en vue d'arriver à indiquer sur la ligne horizontale affectée à chaque levier et pour chaque position de ce levier toutes les positions que doivent forcément occuper les autres leviers du poste, que ces positions obligatoires résultent, d'ailleurs, d'enclenchements directs ou indirects.

90. — Indiquons maintenant comment on pourra procéder à la recherche des enclenchements indirects, de manière à avoir l'assurance de n'en oublier aucun.

On peut, à cet effet, se servir comme point de départ soit des indications du tableau A, soit de celles du

tableau B ; l'opération sera équivalente dans les deux cas, comme on peut s'en assurer facilement, mais le tableau B se prêtera seul d'une façon claire et méthodique à l'inscription des résultats.

Prenons toujours pour exemple le levier 14 et considérons-le dans sa position renversée.

Les tableaux A et B indiquent l'un et l'autre

$$\frac{14R}{15N}, \quad \frac{14R}{16R}.$$

Cherchons si la position normale du levier 15 entraîne des positions obligatoires pour d'autres leviers : à la ligne 15 nous lisons $\frac{15R}{5D}$, ce qui équivaut à $\frac{15N}{5N}$; on aura donc forcément 5N quand 14 sera renversé.

La position 5N n'a pas de conséquence, parce que l'on voit à la cinquième ligne des tableaux que le levier 5 renversé n'en dégage aucun autre.

Passons à la recherche des enclenchements indirects que peut donner l'enclenchement direct $\frac{14R}{16R}$; nous lisons à

la ligne 16 que $\frac{16R}{12N}$ et, si nous nous reportons à la ligne 12,

nous y lisons que $\frac{12N}{3N}, \frac{12N}{26N}$, parce que 12R dégage 3 et 26.

Aux lignes 3 et 26 nous lisons que 3R et 26R ne dégagent aucun levier, que, par suite, les positions normales de 3 et 26 n'ont pas de conséquences.

La série des enclenchements indirects résultant des enclenchements directs du levier 14 avec les autres leviers du poste est donc épuisée, et nous pouvons écrire tous les résultats acquis de la manière suivante :

$$14R \quad \left[\begin{array}{l} 15N \\ 16R \end{array} \right. \quad \left[\begin{array}{l} 5N \\ 12N \end{array} \right. \quad \left[\begin{array}{l} 3N \\ 26N \end{array} \right.$$

Les enclenchements directs du levier 14 sont établis matériellement avec les leviers 15 et 16, nous les indiquons par de grandes lettres ; les autres enclenchements sont la conséquence des précédents et, par suite, indirects, et nous les indiquons par de petites lettres.

Nous avons maintenant à reporter à la ligne 14 de notre tableau B l'indication de ces enclenchements indirects :

$5n, 12n, 3n, 26n.$

En vue d'indiquer tout ce que notre tableau comporte, nous écrivons, au-dessous des lettres n ainsi reportées sur la ligne 14 :

dans la colonne 5, le chiffre 15, pour indiquer que 14 est enclenché avec 12 par l'intermédiaire de 16 ;

dans les colonnes 3 et 26, les chiffres 16-12 pour indiquer que 14 est enclenché avec 3 et 26 par l'intermédiaire de 16 et de 12.

Si on examine, aux lignes où elles sont inscrites, les réciproques de ces enclenchements indirects, on retrouvera les indications, mais en ordre inverse, des mêmes leviers par l'intermédiaire desquels ces réciproques sont obtenues, de sorte que notre tableau sera encore symétrique par rapport à sa diagonale non seulement en ce qui concerne les enclenchements indirects, mais encore en ce qui concerne les leviers par l'intermédiaire desquels ces derniers enclenchements indirects sont obtenus.

Le levier 14 vient de nous offrir un exemple d'enclenchement indirect établi par l'intermédiaire d'un ou de deux leviers ; un pareil enclenchement peut se trouver établi par l'intermédiaire d'un plus grand nombre de leviers. Notre tableau B en offre des exemples ; ainsi le levier 6 est enclenché avec le levier 3 par l'intermédiaire des leviers 14, 16, 12, et réciproquement le levier 3 est enclenché avec le levier 6 par l'intermédiaire des leviers 12, 16, 14.

91. — *Tableau de dépouillement des enclenchements.*

— Le tableau B n'offre un intérêt complet qu'à la condition qu'on y ait fait figurer tous les enclenchements directs ou indirects ; il importe donc de rechercher ces derniers enclenchements par une méthode sûre, qui n'en laisse échapper aucun, et dans ce but l'expérience m'a montré qu'il était utile d'établir un tableau auxiliaire ou d'étude, qui puisse permettre de donner ce résultat et qui ensuite n'a pas besoin de rester joint au tableau B, devenu complet en toute certitude.

Ce tableau auxiliaire n'a donc que l'utilité d'un brouillon, mais cette utilité est réelle, car il évite des oublis. On l'établit pour chaque levier dans la forme que nous avons déjà indiquée pour le levier 14 et que nous reproduisons ci-après :

$$14R \quad \begin{bmatrix} 15N \\ 16R \end{bmatrix} \quad \begin{bmatrix} 5n \\ 12n \end{bmatrix} \quad \begin{bmatrix} 3n \\ 26n \end{bmatrix}.$$

Nous donnons ce tableau auxiliaire pour tous les leviers du poste Saxby placé à Givet à la bifurcation des lignes de Namur et de Charleroi ; il ne nous paraît devoir donner lieu, puisque nous venons d'en indiquer la forme et la signification, qu'à quelques remarques qui ne seront pas d'ailleurs inutiles.

92. — Il peut arriver qu'un même enclenchement indirect soit obtenu par l'intermédiaire de plusieurs groupes de leviers ; ainsi le levier 3 est enclenché avec le levier 15 d'un côté par l'intermédiaire du levier 17, et d'un autre côté par l'intermédiaire des leviers 12 et 16.

De même, le levier 3 est enclenché avec le levier 5 par l'intermédiaire des leviers 17 et 15 et aussi par l'intermédiaire des leviers 12, 16 et 15.

Il n'en résulte pas qu'il y ait surabondance de liaisons, car, pour qu'il en fût ainsi, il faudrait que cette surabon-

dance existât dans les enclenchements directs ; la seule chose qui importe c'est que les enclenchements indirects, réalisés entre deux leviers par deux ou plusieurs combinaisons à la fois, ne soient pas contradictoires.

En ce qui concerne la surabondance qui pourrait se rencontrer dans les enclenchements directs, les tableaux A et B en offrent un cas, que nous avons laissé subsister à titre d'exemple et que nous allons corriger maintenant après avoir montré comment notre méthode d'étude le révèle.

Si nous nous reportons aux enclenchements du levier 2, tels qu'ils sont déduits sur le tableau de dépouillement des enclenchements, nous voyons sans difficulté que ce levier n'a pas besoin d'être enclenché directement avec le levier 16, puisque cet enclenchement est réalisé indirectement par l'intermédiaire du levier 14, nous supprimerons donc cet enclenchement $\frac{2R}{16R}$ à la ligne 2 du tableau A, et sa réciproque $\frac{16R}{2D}$ à la ligne 14 du même tableau.

En transportant l'enclenchement direct $\frac{2R}{16R}$ et sa réciproque du tableau A au tableau B, nous avons dû écrire une lettre R dans la case 2-16 et une lettre D dans la case 16-2.

Lorsqu'ensuite nous avons retrouvé le même enclenchement réalisé indirectement par l'intermédiaire du levier 14, nous aurions été conduits à l'écrire, ainsi que sa réciproque au moyen de petites lettres dans les mêmes cases qui se trouvaient déjà occupées par les grandes ; nous avons laissé subsister ces grandes lettres et inscrit au dessous le numéro du ou des leviers par l'intermédiaire desquels l'enclenchement est déjà réalisé, ce qui veut dire que l'on devra ne pas réaliser directement l'enclenchement $\frac{2R}{16R}$; parce que

cela est inutile, cet enclenchement étant déjà obtenu autrement.

93. — Faisons encore une remarque à titre d'exemple. Nous avons indiqué, dans notre tableau de dépouillement, pour qu'il fût aussi complet que possible, les relations de chaque levier considéré avec les autres leviers du poste non seulement quand il est dans sa position renversée, mais encore lorsqu'il est dans sa position normale ; or on pourrait ne pas écrire à ce tableau ces dernières relations, mais le tableau B, après qu'on y aurait transporté toutes les indications du tableau de dépouillement, ne serait plus complet ni symétrique par rapport à sa diagonale, parce qu'on n'y aurait pas inscrit toutes les réciproques. La symétrie obligatoire du tableau B permettrait, il est vrai, de le compléter à cet égard.

Si, au contraire, toutes les relations et leurs réciproques sont transcrites au tableau B, la symétrie indispensable de ce dernier, telle que nous l'avons définie, fournit un moyen de contrôler son exactitude.

94. — Lorsque l'on a établi complètement le tableau B, que l'on possède un croquis des appareils et la nomenclature de leurs positions normales, on a tout ce qu'il faut pour examiner si les divers mouvements qui s'exécutent normalement dans une gare peuvent y être opérés en toute sécurité. C'est à cette étude que servent les documents que nous venons d'indiquer, et nous allons maintenant faire connaître comment on peut y procéder.

La méthode consiste à suivre l'itinéraire des mouvements ; or ces mouvements, en tant qu'ils intéressent les voies principales d'une gare, sont autorisés ou interdits par la position de certains signaux, de certaines aiguilles, de taquets ou blocs d'arrêt.

Si, par exemple, pour autoriser un mouvement, il faut renverser le levier d'un signal ou d'une aiguille, on suivra le mouvement, en portant son attention sur la ligne

horizontale du tableau B qui fait connaître toutes les liaisons du levier de l'aiguille ou du signal avec les autres leviers du poste et de façon à s'assurer que le mouvement peut se faire en toute sécurité.

Parmi ces liaisons ou enclenchements soit directs, soit indirects, on en trouvera parfois qui n'intéressent pas le mouvement que l'on examine. Le plus souvent ce seront des enclenchements indirects résultant d'enclenchements directs qui sont nécessaires pour la sécurité d'autres mouvements ; quelquefois ce seront des enclenchements directs qui ne paraîtront pas nécessaires pour le mouvement que l'on considère, mais que l'on a établis en vue d'obtenir des enclenchements indirects utiles pour d'autres mouvements.

En réalité, il n'y a pas lieu de s'arrêter à la surabondance apparente des liaisons pour un mouvement déterminé, vu que, pour d'autres mouvements, les liaisons qui semblent surabondantes peuvent être nécessaires ; l'important, c'est de constater que ces liaisons sont suffisantes pour chacun des mouvements considéré en lui-même.

Par contre, les enclenchements binaires simples que l'on peut établir entre les leviers d'un poste ne donnent pas toujours les moyens de pourvoir à la sécurité de tous les mouvements et à la conservation des appareils, en particulier quand ces mouvements peuvent s'opérer dans des sens différents sur une même voie ; on est conduit alors, pour répondre à tous les cas, à recourir à des enclenchements conditionnels, comme ceux qui sont indiqués à la suite de nos tableaux A et B, mais qui sont toujours une exception et dont on peut facilement expliquer le sens et le but dans chaque cas.

95. — Ces explications générales étant données, passons maintenant en revue les conditions dans lesquelles s'opéreront les divers mouvements de la gare de Givet, en

commençant par ceux qui peuvent être autorisés ou interdits par un signal (*).

Arrivée d'un train venant de Namur.

a. Le train doit être reçu sur la voie principale II.

A cet effet, le stationnaire ou aiguilleur efface le signal 2-3 en renversant le levier 2 de ce signal; suivons, sur la ligne 2 du tableau B et sur le schéma, les conséquences ou les conditions de ce renversement: le train va trouver l'aiguille 12 prise en pointe, normale et verrouillée par le verrou 11, la jonction 10-10 normale, ce qui assure la conservation de l'aiguille 10 que le train rencontre, en même temps que, par sa position, la jonction 10-10 isole la voie de la ballastière de la voie principale II.

Le train arrivera ensuite à l'aiguille 15, qu'il trouvera normale et par suite bien disposée pour son passage. De plus, les aiguilles 14 et 16 seront renversées, et un train venant de Charleroi ne pourrait qu'être dirigé sur la voie I et ne saurait venir rencontrer le train venant de Namur dans le voisinage de l'aiguille 15, de même qu'un train partant de la voie I ne pourrait être dirigé que vers Charleroi, ce qui rend encore toute collision impossible avec le train venant de Namur.

Ce train rencontre la jonction 19 normale, et par suite il ne peut y avoir de collision entre lui et aucune

(*) A l'époque où le projet du poste Saxby de Givet a été présenté, les disques avancés 1 et 4, qui précèdent une bifurcation annoncée aux mécaniciens par un signal spécial étaient normalement à voie libre. Ces signaux sont aujourd'hui normalement à l'arrêt et, au lieu des enclenchements:

$$\frac{1N}{2N'} \quad \frac{1N}{3N'} \quad \frac{4N}{5N'} \quad \frac{4N}{6N'}$$

on a les enclenchements ci-après :

$$\frac{1R}{2R \text{ ou } 3R} \quad \frac{4R}{5R \text{ ou } 6R'}$$

manœuvre venant de la voie I ou plutôt des voies de garage paires.

Remarquons d'ailleurs que, pendant que le train de Namur arrivera sur la voie II, rien n'empêchera de recevoir un train venant de Charleroi sur la voie I et les voies de garage impaires, ou d'en expédier un en sens contraire, puisque les aiguilles 14 et 16 se trouvent alors renversées, que la jonction 17-17 est libre, que les signaux 5-6 et 25-26 peuvent être respectivement effacés en renversant les leviers 6 et 25 qui sont libres et que les signaux 23 et 24 sont également libres.

b. Le train venant de Namur doit être conduit sur les voies de garage impaires.

A cet effet le stationnaire efface le signal 2-3 au moyen du levier 3 ; mais, pour le faire, il faut que divers autres appareils occupent des positions déterminées, qui sont indiquées à la ligne 3 du tableau B.

La lecture de cette ligne montre que le train venant de Namur trouvera l'aiguille 12 renversée et verrouillée par le verrou 11 et par suite convenablement disposée pour son passage, que les leviers 5 et 6 seront à l'arrêt, ce qui interdit toute arrivée d'un train venant de Charleroi, que l'aiguille 16 sera normale et les aiguilles 17-17 renversées, et verrouillées par le verrou 18, que la jonction 19-19 sera normale, de façon à interdire tout mouvement venant des voies de garage paires sur la voie I, qu'enfin le signal 25-26 sera maintenu à l'arrêt par ses deux leviers et que les signaux 23 et 24 seront aussi maintenus ou mis à l'arrêt ; le train entrera donc sur les voies de garage impaires, sans avoir à craindre aucune collision.

Arrivée d'un train venant de Charleroi.

a. Le train doit être dirigé sur la voie principale II.

Le stationnaire, pour autoriser l'entrée en gare, efface le signal 5-6 en renversant le levier 5 de ce signal, ce qui ne peut se faire, comme on le lit à la ligne 5 du tableau B, qu'à la condition que l'aiguille 14 soit normale et l'aiguille 15 renversée, positions qui conviennent pour le passage du train. En même temps les signaux 2-3 et 25-26 seront maintenus à l'arrêt par leurs deux leviers, et les jonctions 10-10, 17-17, 19-19 dans leurs positions normales ; on reconnaît facilement que, dans ces conditions, le train venant de Charleroi ne peut rien rencontrer.

b. Le train doit être conduit sur les voies de garage impaires.

Pour autoriser l'entrée de ce train en gare, le stationnaire aura à effacer le signal 5-6 au moyen du levier 6 de ce signal ; il aura dû d'abord renverser les aiguilles 14 et 16 et la jonction 17-17 ; l'aiguille 12 sera normale et, si on reçoit un train venant de Namur, il ne pourra être conduit que sur la voie principale II. En outre, les signaux 25-26, 23 et 24 seront à l'arrêt et la jonction 19-19 dans la position normale ; le train venant de Charleroi gagnera donc les voies de garage impaires sans pouvoir rien rencontrer.

Départ d'un train de la voie 1.

a. Le train doit être dirigé sur Charleroi.

Pour autoriser son départ, le stationnaire effacera le signal 25-26 en renversant le levier 25 de ce signal ; alors les jonctions 17-17 et 19-19 seront forcément normales, l'aiguille 16 devra être renversée et verrouillée

par 18 pour que le train soit dirigé sur Charleroi, et l'aiguille 14 renversée de manière à être convenablement disposée pour le passage du train.

L'aiguille 12 sera forcément normale et, si un train arrive de Namur, il ne pourra être dirigé que sur la voie principale II. Enfin le signal 5-6 sera à l'arrêt et aucune collision n'est possible.

b. Le train doit être dirigé sur Namur.

Son départ sera autorisé en renversant le levier 26 pour effacer le signal 25-26. Il faudra, comme on le lit à la ligne 26 du tableau B, que les jonctions 17-17 et 19-19 soient normales comme dans le cas précédent, que l'aiguille 16 soit normale et verrouillée par 18, et l'aiguille 12 renversée; comme en même temps les signaux 2-3 et 5-6 sont forcément à l'arrêt, le train ne peut rien rencontrer.

Départ d'un train des voies de garage impaires. —

Il y a lieu d'envisager en même temps la sortie des voies de garage impaires et la sortie du dépôt; ces sorties sont commandées par les signaux 23 et 24, qui ne peuvent être simultanément effacés en raison de l'enclenchement

prévu $\frac{23R}{24R}$ (24 est normalement à voie libre et 23 normalement à l'arrêt.)

Les trains ou machines sortant des voies dont il s'agit ne pourront d'ailleurs pénétrer sur la voie principale I que si l'aiguilleur a renversé la jonction 17-17. Ceci exige que l'on ait 19N et 25-26N; le train ou la machine arrivera donc en toute sûreté jusqu'à l'aiguille 16.

En outre, s'il doit aller vers Namur, il faut que préalablement on ait 16N et 12R.

S'il doit aller vers Charleroi, il faut qu'on ait préalablement 16R et 14R.

On aurait pu satisfaire à cette condition en enclenchant chacun des signaux 23 et 24 avec les aiguilles et en les

munissant chacun de deux leviers, comme on l'a fait pour le signal 25-26 ; mais il en serait résulté que, lorsque le train ou la machine, au lieu d'être dirigé sur la voie principale I, se borne à circuler sur la voie de manœuvre, on aurait manœuvré inutilement deux des aiguilles 12, 14, 16.

Or il faut remarquer que ce n'est qu'autant que la jonction 17-17 est renversée, pour donner accès sur la voie I, qu'il est nécessaire d'assurer aux aiguilles 12, 14 et 16 les positions ci-dessus indiquées.

Pour ce motif, on a recours à un enclenchement ternaire en vertu duquel :

la jonction 17-17	}	si 16 est N, qu'autant que 12 est R
ne peut être renversée		si 16 est R, qu'autant que 14 est R.

Dans le premier cas, celui d'un départ vers Namur, 12 étant renversé, les leviers 5, 6 et 2 sont forcément normaux (voir douzième ligne du tableau B).

Quant au levier 3, il ne peut être renversé dès que le mouvement considéré est autorisé par l'ouverture d'un des carrés 23 ou 24, car 23 ou 24 à voie libre enclenche 3 normal.

Dans le second cas, celui d'un départ vers Charleroi, 14 étant renversé, les leviers 3 et 5 sont forcément normaux (voir quatorzième ligne du tableau B).

Le signal 2-3 pourra être ouvert en renversant son levier 2, pour laisser entrer un train venant de Namur, qui ne saurait rencontrer celui qu'on dirige sur Charleroi, parce que, l'aiguille 12 étant forcément normale, le train de Namur sera conduit sur la voie principale II. D'un autre côté, on ne saurait ouvrir le signal 5-6 en renversant son levier 6, attendu que, pour le faire, il faudrait que les deux signaux 23 ou 24 fussent à l'arrêt, ce qui est contraire à notre hypothèse, puisqu'on veut envoyer sur Charleroi un train sortant des voies de service impaires.

96. — Les mouvements que nous avons envisagés jusqu'ici sont subordonnés à la position de certains signaux et ne peuvent avoir lieu qu'autant que ces signaux placés à voie libre les autorisent ; mais il y a d'autres mouvements qui peuvent venir engager les voies principales, en quelque sorte en dedans des signaux du poste, par une simple manœuvre d'aiguilles et sans que l'on ait à toucher à aucun signal.

Dans l'espèce il n'y a à considérer que deux de ces mouvements :

1° Mouvement engageant les voies principales par les aiguilles 19-19 renversées à cet effet.

Le tableau B nous montre, à la ligne 19, que ce renversement ne peut avoir lieu qu'autant que les signaux 2-3, 5-6, 25-26 sont à l'arrêt, ce qui empêche tout train d'entrer en gare et d'en partir, et que les jonctions 17-17 et 10-10 sont normales, ce qui empêche toute venue des voies de garage impaires et de la voie dite de ballastière.

Mais il faut ajouter qu'un train sortant des voies de garage paires peut être dirigé sur Namur et Charleroi ; il faut donc que les aiguilles 12 ou 14 soient à l'avance renversées suivant la destination du train et par suite suivant la position de l'aiguille 16 ; aussi l'enclenchement spécial que nous avons signalé précédemment à propos des aiguilles 17-17 est-il reproduit pour les aiguilles 19-19, de telle sorte que pour pouvoir renverser la jonction 19-19, il faut d'abord ou renverser 12, si 16 est normal (direction de Namur), ou renverser 14, si 16 est renversé (direction de Charleroi).

2° Mouvement engageant les voies principales par la jonction 10-10 renversée à cet effet.

Ce renversement, comme le montrent les indications consignées à la ligne 10 du tableau B, ne pourra avoir lieu : 1° qu'autant que le levier 2 sera normal ; si le signal 2-3 est ouvert par le levier 3, l'aiguille 12 sera

renversée (voir la ligne 3 du tableau B), et tout train venant de Namur sera dirigé sur la voie I; 2° qu'autant que le levier 5 sera normal; si le signal 5-6 est ouvert au moyen de son levier 6, l'aiguille 14 aura dû être préalablement renversée (voir la ligne 6 du tableau B), et un train venant de Charleroi sera encore dirigé sur la voie I; 3° qu'autant que les aiguilles 15 et 19-19 seront normales; ce qui achève d'assurer la liberté de la voie II, sur laquelle on engage une manœuvre par la jonction 10-10.

On voit donc que tous les mouvements à prévoir dans les dépendances du poste Saxby de la gare de Givet peuvent s'y faire sans qu'aucune collision soit possible, si les signaux sont respectés.

Notre tableau B fait connaître quels sont les leviers du poste qu'il faut préalablement renverser, avant de pouvoir renverser celui qui doit permettre le mouvement à exécuter : sur le levier de ce dernier on place une plaque indiquant les leviers à renverser avant lui. S'il s'agit, par exemple, du levier 5, nous voyons qu'avant de pouvoir renverser ce levier, pour recevoir un train venant de Charleroi sur la voie principale II, il faudra préalablement renverser les leviers 4, 13, 15 et 16. Mais 15 ne pourra être renversé, comme l'indique la ligne 15 du tableau B, qu'après que 16 aura été lui-même renversé : il sera donc utile, sur la deuxième plaque du levier 5, d'indiquer par une disposition conventionnelle quelconque que si, avant de renverser 5, il est nécessaire de renverser 15, 16, il est également nécessaire de commencer par renverser 16 et qu'il ne serait pas possible d'opérer dans l'ordre inverse.

97. — Puisque je me suis proposé d'examiner à fond les dispositions du poste Saxby de la gare de Givet, mon étude ne serait pas complète si je n'ajoutais à ce qui précède quelques indications sur le verrouillage des aiguilles et sur les enclenchements binaires doubles.

Au poste de Givet il y a trois verrous manœuvrés par les leviers 11, 13 et 18 et destinés à verrouiller respectivement les aiguilles 12, 14, 17 et 16. Ces verrous sont normalement ouverts, c'est-à-dire que, dans leur position normale, ils ne verrouillent pas les aiguilles. En principe, les verrous ne sont fermés que lorsque les aiguilles doivent être abordées en pointe, quelle que soit la position de ces aiguilles, et ils restent ouverts quand elles doivent être abordées par le talon. On peut s'assurer sur le tableau B : 1° que c'est ainsi que les choses ont été prévues et qu'ont été établis les enclenchements des leviers des verrous avec les autres leviers du poste; 2° que lorsqu'un mouvement doit aborder l'aiguille en pointe, le signal qui l'autorise ne peut être ouvert qu'autant que l'aiguille est verrouillée dans l'une ou l'autre de ses positions.

98. — A l'occasion de cette disposition, je consignerai ici, sans y insister, une observation sur le concours que l'on peut trouver dans les leviers des verrous pour réaliser indirectement certaines liaisons, c'est-à-dire certains enclenchements indirects.

Le tableau B nous montre que les leviers 3 et 26 sont enclenchés entre eux indirectement par l'intermédiaire du levier 17 d'une part et, d'autre part, par l'intermédiaire du levier 11 du verrou de l'aiguille 12. Le premier de ces intermédiaires aurait pu ne pas exister, et le second aurait suffi à réaliser l'enclenchement indirect qui est nécessaire pour éviter qu'un train soit dirigé de Namur sur les voies de garage impaires en même temps qu'un train partant de la voie 1 serait dirigé vers Namur. On aurait pu, il est vrai, dans l'espèce, enclencher directement les leviers 3 et 26 entre eux, de façon qu'ils ne pussent être placés simultanément à voie libre; on est arrivé au même résultat en faisant en sorte qu'on ne pût effacer le signal 25-26 par le levier 26 qu'autant que le

verrou 11 serait ouvert et qu'on ne pût effacer le signal 2-3 par le levier 3 qu'autant que le même verrou serait fermé.

Le levier du verrou 11 fonctionne ici comme levier auxiliaire, et il aurait pu remplir le même rôle sans servir à manœuvrer aucun appareil. Dans l'espèce, on aurait pu se passer de son intermédiaire ; mais, dans d'autres cas, il n'en serait pas de même, parce qu'on ne réaliserait pas aussi simplement, sans son intervention, certaines liaisons nécessaires.

Les enclenchements binaires doubles du tableau A ont pour but d'assurer le verrouillage préalable des aiguilles qui doivent être abordées en pointe ; mais ils ne sont pas suffisants pour que ce résultat soit complètement obtenu, et on a dû les compléter par deux enclenchements spéciaux dont le fonctionnement peut être indiqué comme suit :

23 ne peut être renversé, quand 17 est renversé, que si 18 est aussi renversé ;

24 étant normal, on ne peut avoir 17 renversé que si 18 est lui-même renversé.

Ces dispositions ont pour but d'assurer le verrouillage préalable de l'aiguille 16 avant qu'un train en marche venant des voies de garages impaires ou des voies du dépôt ne pénètre sur la voie principale I.

L'étude complète que nous venons de faire des dispositions du poste Saxby de la gare de Givet montre que les enclenchements spéciaux et conditionnels sont des exceptions. On peut se borner à les mentionner à la suite du tableau B, qui fait connaître avec leurs réciproques tous les enclenchements binaires, simples, directs ou indirects, lesquels sont de beaucoup les plus nombreux et les plus importants à considérer.

.

NOTE

SUR

LES CHOCES DANS LES TUYAUTAGES D'ALIMENTATION
DES CHAUDIÈRESPar M. MORITZ, S.-Ingénieur de la Marine.

Pour éviter les corrosions des tôles et tubes des chaudières, il a été recommandé, pour toutes les chaudières en général, et prescrit pour celles de la Marine militaire (Circulaire ministérielle du 7 juillet 1891), de faire aboutir les tuyaux intérieurs d'eau d'alimentation, non pas dans l'eau des générateurs, mais directement dans la vapeur.

A la suite de l'application de cette prescription, l'on a eu à constater, dans un grand nombre de cas, qu'il se produisait des chocs parfois très violents et inquiétants dans les tuyautages d'alimentation. Ils étaient accompagnés de déformations et ruptures des tuyaux intérieurs d'alimentation, et même de soulèvements des couvercles des régulateurs alimentaires occasionnant une pluie d'eau provenant des chaudières, ce qui n'était pas sans causer un certain émoi parmi le personnel chauffeur. Ces chocs, auxquels l'on ne s'attendait aucunement, ne s'étaient jamais manifestés lorsque l'alimentation se faisait dans l'eau des chaudières.

La diversité des effets constatés à bord des navires n'a pas permis d'en trouver la cause initiale. Aussi le Ministre de la Marine a-t-il prescrit aux cinq ports militaires et à l'établissement d'Indret de la faire rechercher par des essais méthodiques.

Nous avons été chargé des essais à faire à Indret.

Les résultats de nos expériences sont indiqués dans ce qui va suivre.

Nous indiquerons d'abord l'influence des divers éléments qui entrent en jeu dans les manifestations de ces chocs. Nous donnerons ensuite l'explication des phénomènes. Nous montrerons enfin comment, tout en faisant déboucher les tuyautages d'alimentation dans la vapeur, on peut faire disparaître totalement les chocs.

Nous consacrerons, en outre, un paragraphe spécial aux chocs dans les tuyaux d'extraction des chaudières.

I. — Les expériences ont été faites sur une chaudière du type locomotive (la chaudière Widmann de l'établissement d'Indret), timbrée à 10 kilogrammes.

Avant ces expériences l'alimentation de cette chaudière avait été assurée par une pompe Thirion aspirant dans l'une des conduites de distribution d'eau de l'usine et refoulant dans la chaudière par un tuyau aboutissant au-dessous du niveau de l'eau ; un régulateur d'alimentation était interposé à l'entrée du tuyau dans la chaudière ; jamais il n'avait été constaté de chocs dans ces conditions d'installation, lorsque l'on alimentait la chaudière en fonction.

Pour un certain nombre de nos expériences, nous nous sommes servi d'une même pompe Thirion alimentaire et d'un même régulateur, nous bornant à faire varier la disposition des tuyautages intérieurs et extérieurs de la chaudière.

Pour d'autres, nous avons substitué à la pompe un accumulateur d'eau sous pression, déplacé et même supprimé le régulateur alimentaire.

Pour d'autres enfin, nous n'avons pas fait allumer de feu dans le foyer de la chaudière et avons admis dans celle-ci de la vapeur fournie par un autre générateur.

Toutes ces expériences nous ont fait constater que les chocs se produisent, la plupart du temps, à la fin de l'alimentation, dans certains cas au commencement, et plus rarement au cours même de l'alimentation.

Les chocs qui ont lieu à la fin de l'alimentation se produisent exclusivement dans le tuyautage intérieur à la chaudière, en aval du clapet du régulateur alimentaire, ainsi qu'en attestent les indications de manomètres placés sur les tuyautages de refoulement, en amont et en aval du clapet régulateur.

Les chocs qui ont lieu au commencement de l'alimentation se produisent tantôt en aval, tantôt en amont du clapet régulateur.

Enfin les chocs au cours même des alimentations n'appartiennent qu'à la catégorie du choc final.

Les mêmes expériences nous ont permis de déterminer les influences que peuvent avoir sur les manifestations des chocs les éléments suivants, les seuls qui paraissent y entrer en jeu :

- 1° Le régime de la chaudière ;
- 2° Le système de l'appareil alimentaire ;
- 3° Le tuyautage de refoulement situé à l'extérieur et à l'intérieur de la chaudière ;
- 4° La température de l'eau d'alimentation.

Ces influences sont les suivantes.

1° Régime de la chaudière. — Les caractéristiques du régime de la chaudière sont l'activité de la combustion, la pression et la hauteur du niveau de l'eau.

Le degré d'activité de la combustion, toutes choses égales d'ailleurs, ne modifie en rien les manifestations des chocs.

La pression n'a d'influence que sur l'intensité des chocs dans les tuyautages intérieurs; elle les rend d'autant plus violents qu'elle est plus élevée. Elle facilite, mais ne pro-

voque pas la production des chocs dans les tuyautages extérieurs.

Quant au niveau de l'eau, voici son effet : s'il se trouve au-dessous du tuyautage alimentaire intérieur de la chaudière, il n'y a jamais de chocs ; s'il est au-dessous des portions de tuyautages intérieurs où se fait l'écoulement de l'eau d'alimentation dans la chaudière, il peut y avoir choc dans certaines circonstances. La valeur de la distance du niveau aux points d'écoulement des tuyautages intérieurs n'a aucune influence sur les chocs, à moins toutefois que cette valeur soit très petite, 4 à 5 centimètres ; dans ce dernier cas, les chocs, quand il y en a, sont faibles, et l'on conçoit qu'il doive en être ainsi, car à l'intérieur de la chaudière, où le niveau n'est pas aussi tranché que dans le tube de niveau, l'on a à la surface un mélange d'eau et de vapeur, et l'on peut dire dès maintenant que ce mélange doit nécessairement atténuer les chocs, puisqu'il ressort de ce qu'il vient d'être dit et des expériences faites avec la chaudière sans eau, recevant sa vapeur d'un générateur auxiliaire, que l'agent qui provoque les chocs est la vapeur, lorsque l'eau s'y déverse.

2° Système de l'appareil alimentaire. — Lorsque l'appareil alimentaire est l'accumulateur dont il a été question plus haut, il se produit dans certaines circonstances un ou deux chocs au commencement de l'alimentation, jamais au cours même de celle-ci, et dans certaines circonstances, et suivant les cas, un choc ou plusieurs chocs répétés à la fin.

En alimentant assez rapidement avec une pompe Thirion, on a les mêmes chocs qu'avec l'accumulateur et, en outre, quelquefois des chocs au cours même de l'alimentation. Les expériences montrent que ces derniers se produisent lorsque la pompe se désamorce momentanément.

En alimentant très lentement, on peut obtenir beaucoup

de chocs et même en produire autant que de tours de l'appareil alimentaire. Cette dernière manifestation se rattache aussi aux précédentes, il se produit en effet autant de flux d'eau et, par suite, autant d'arrêts de ce flux que de tours de la pompe. On peut donc dire que l'expérience prouve que l'appareil alimentaire n'a d'influence sur les chocs que s'il est disposé ou conduit de telle sorte qu'il se produise des arrêts de l'alimentation.

3° Tuyautages de refoulement situés à l'extérieur ou à l'intérieur de la chaudière. — Nous venons de voir que les chocs ne se produisent, en général, qu'au commencement et à la fin d'une alimentation.

La modification du tuyautage extérieur n'a aucun effet sur la nature du choc final, mais elle peut en avoir sur le choc initial et peut aussi donner lieu à des chocs au cours même de l'alimentation dans le cas où il s'en produit à la fin. Un choc initial ne se produit que si le tuyautage extérieur passe au-dessus du clapet régulateur alimentaire, et si, en outre, le point de déversement du tuyautage intérieur est le point le plus bas de ce tuyautage. Nous verrons plus loin l'explication de ce phénomène.

Sans analyser encore la cause de la production des divers chocs, on peut préjuger que ceux qui se produisent au cours même de l'alimentation sont dus à des arrêts momentanés de celle-ci, d'après ce qui a été dit plus haut, et ces arrêts résultent, si la pompe ne se désamorce pas, de ce que le tuyau extérieur peut permettre l'accumulation d'air qui, à certains moments, passe dans la chaudière.

Un réservoir d'air, placé en amont du clapet régulateur, n'a aucun effet sur le choc final, tant qu'il n'est pas plein d'air ; à partir de ce moment, il peut être la cause de production de chocs au cours même de l'alimentation.

Le tuyautage d'alimentation, situé à l'intérieur de la

chaudière et débouchant dans la vapeur, peut influencer le choc du tuyautage extérieur, comme on l'a vu ; mais son influence sur le choc final est prépondérante. Elle agit tout à la fois sur l'intensité et le nombre des chocs. Nous citerons les quelques cas suivants de nos expériences, en signalant ceux où il y a eu choc dans le tuyautage extérieur.

CAS N° 1. — Le tuyautage extérieur ne monte pas au-dessous du régulateur alimentaire. Le tuyautage intérieur est disposé comme l'indique le tracé (*fig. 1*) : la pente de la partie *bc* est très faible, la portion *ab* n'est pas crépinée, la portion *bc* l'est à partir d'une certaine distance de *b* ; le tuyautage intérieur est bouché en *c*.

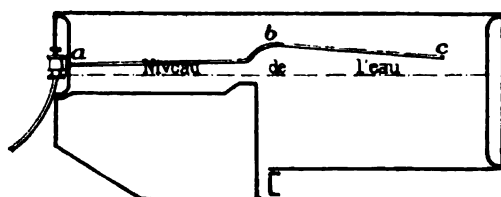


FIG. 1.

Phénomènes observés. — On a un ou deux chocs dans le tuyautage intérieur à la chaudière au début de l'alimentation et de nombreux chocs à la fin, cela quel que soit le mode de crépinage. Lorsque celui-ci est dirigé vers le bas, les chocs sont moins violents que lorsqu'il est dirigé vers le haut (le crépinage du tuyau est détérioré et tend à se refermer).

CAS N° 2. — Le tuyautage extérieur est disposé comme dans le cas n° 1. Le tuyautage intérieur est interrompu aussitôt après l'inflexion en *b* (*fig. 2*), il déverse à la chaudière sans crépinage.

Phénomènes observés. — Après une alimentation ordi-

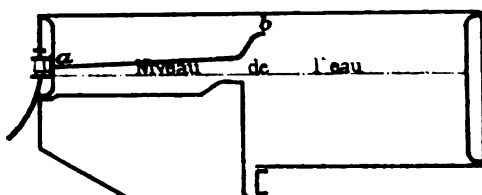


FIG. 2.

naire, il y a léger choc. Après une alimentation très lente, l'on n'a pas de choc. Il n'y a pas de choc au début.

CAS N° 3. — Le tuyautage extérieur restant toujours le même, le tuyautage intérieur monte constamment et rapidement vers son extrémité (*fig. 3*). Il n'y a pas de crépillage.

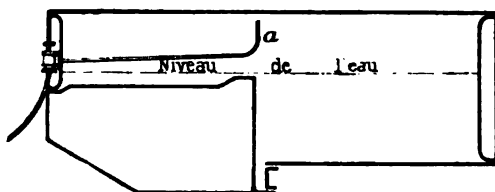


FIG. 3.

Phénomènes observés. — Il ne se produit aucun choc.

CAS N° 4. — Le tuyautage extérieur monte au-dessus

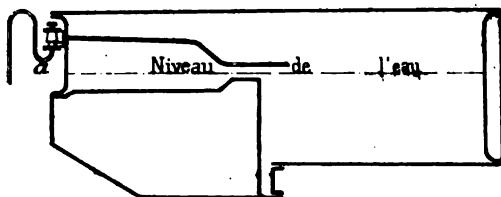


FIG. 4.

du régulateur, à partir duquel le tuyautage intérieur va

constamment en baissant et assez rapidement (*fig. 4*). — Le coude *a* est très court.

Phénomènes observés. — On observe un choc dans le tuyautage extérieur au commencement de l'alimentation et plusieurs chocs à la fin.

CAS N° 5. — Il ne diffère du précédent que par l'addition du siphon renversé au tuyautage intérieur (*fig. 5*).

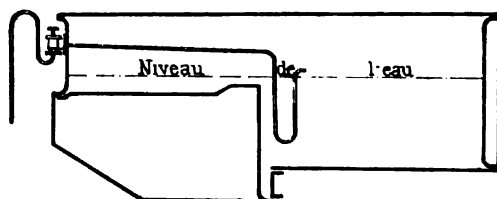


FIG. 5.

Phénomènes observés. — Le choc initial ne se produit que si l'on est resté pendant fort longtemps sans alimenter. L'on a des chocs multiples à la fin de l'alimentation; ils sont très faibles.

CAS N° 6. — Tout tuyautage intérieur est supprimé. Le tuyautage extérieur est tout entier au-dessus du régulateur (*fig. 6*).

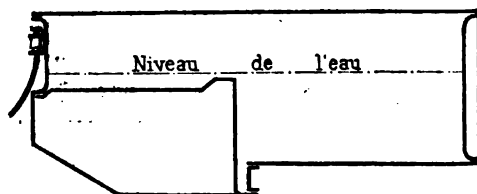


FIG. 6.

Phénomènes observés. — On a un choc unique à la fin de chaque alimentation.

CAS N° 7. — Il ne diffère du précédent que par le tuyautage extérieur qui, ici, passe au-dessus du régulateur (*fig. 7*).

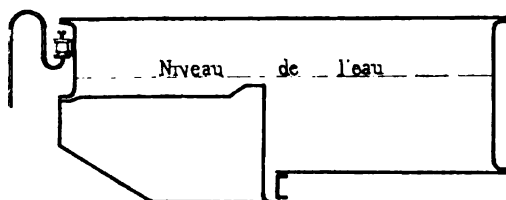


FIG. 7.

Phénomènes observés. — A la fin de l'alimentation on a le même choc que précédemment ; en outre, l'on a un choc dans le tuyautage extérieur au début de l'alimentation, si l'on est resté un certain temps, mais relativement court, avant d'alimenter.

La suppression du clapet du régulateur alimentaire ne modifie en rien les phénomènes relatés ci-dessus, si ce n'est que les chocs se produisent en même temps dans le tuyautage extérieur et intérieur qui, ici, ne sont plus distincts.

4° Influence de la température. — Dans les limites où nous avons fait nos expériences, c'est-à-dire entre la température ordinaire et 100°, l'influence de cette température est pour ainsi dire nulle.

II. — Chocs dans les tuyautages intérieurs à la chaudière.
— Nous venons de voir que, pour tous les cas signalés, sauf le n° 3, il y a toujours des chocs, simples ou multiples, intenses ou faibles, à la fin d'une alimentation. Le cas le plus simple est celui où il n'y a aucun tuyautage intérieur à la chaudière. Il se produit à la fin de l'alimen-

tation un choc simple en aval du clapet régulateur; c'est la constatation de ce choc simple qui nous a mis sur la voie de l'explication du phénomène des chocs dans les tuyautages en aval.

Ce phénomène de choc simple final a une analogie frappante avec celui que l'on observe lorsque, sur une conduite d'eau, on intercepte brusquement la circulation du liquide par la fermeture rapide du robinet (nous avons

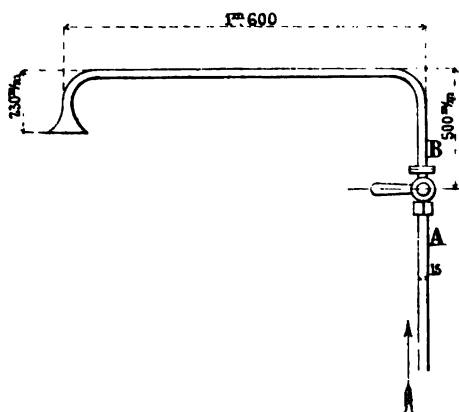


FIG. 8.

reproduit l'expérience sur une conduite de 15 millimètres de diamètre intérieur, installée comme sur le croquis ci-dessus (*fig. 8*), où l'eau avait une vitesse de 2 mètres à la seconde). Immédiatement après la fermeture brusque du robinet, l'on entend un choc. Celui-ci a lieu, contrairement à l'opinion de bien des personnes, en aval et non en amont du robinet, comme l'on peut s'en rendre compte par les expériences suivantes :

En installant un réservoir d'air en A en amont du robinet, le phénomène ne change aucunement.

En l'installant en B en aval, le choc est extrêmement

amorti. Si l'on coupe le tuyau en aval au ras du tournant, le choc disparaît complètement (*).

L'explication du choc dans les conduites d'eau est donc la suivante : au moment de la fermeture brusque du robinet, l'eau, en vertu de sa vitesse acquise, continue son mouvement au-delà de celui-ci ; mais alors, le vide se formant derrière elle, la pression atmosphérique communique à cette eau un mouvement uniformément retardé qui la fait revenir sur le tournant avec une vitesse égale à celle qu'elle avait avant la fermeture. Il y a donc de ce fait choc.

L'idée qu'ont eue bien des personnes d'admettre que le choc se fait toujours en amont tient à ce que quelquefois, en même temps que le choc, a lieu une rupture de joint en amont du robinet. Cette rupture est due à la transformation de l'énergie cinétique du liquide d'amont en énergie statique, phénomène indépendant de celui du choc (il est néanmoins des cas où le choc peut aussi avoir lieu en amont, mais non si la conduite est simple et s'il ne peut se produire des espaces vides de ce côté).

Ainsi donc, dans le cas des conduites d'eau, comme dans le cas n° 6, signalé plus haut, il y a choc au moment de l'interception de l'eau et en aval de l'obturateur.

On est donc conduit à penser que le choc final dans le régulateur d'alimentation est dû à un retour brusque de l'eau en aval du clapet dans la boîte du régulateur à la fin de l'alimentation. Mais ici ce retour ne peut plus être provoqué par un vide créé dans le régulateur, en vertu de la vitesse acquise par l'eau, attendu qu'au moment où l'alimentation va cesser, la vitesse de l'eau en amont et en aval du clapet régulateur se ralentit petit à petit, jus-

(*) Pour la disparition complète du choc, il est nécessaire de couper le tuyautage en aval, bien au ras du tournant ; il ne suffirait pas, par exemple, de supprimer simplement le tuyau proprement dit et de laisser subsister la tubulure du robinet qui fait corps avec le boisseau.

qu'à devenir nulle, le clapet régulateur ne faisant qu'obéir au mouvement même de cette eau et ne commandant pas ce mouvement de l'extérieur vers l'intérieur de la chaudière. Le retour dans la boîte du régulateur est dû à ce que, au moment où l'eau cesse de tomber dans la chaudière à gueule bée, la vapeur pénètre dans la boîte alimentaire et y rencontre les parois froides, ainsi que la surface froide de l'eau: elle s'y condense et crée de ce fait un courant de vapeur vers la boîte; ce courant entraîne l'eau d'aval non encore tombée dans la chaudière, comme cela se passe pour un injecteur ou un éjecteur, et c'est ce courant d'eau qui, en frappant les parois du régulateur, donne lieu à un choc. Cette explication permet de rendre compte de tous les phénomènes de choc final signalés plus haut et des influences des divers éléments qui agissent sur ces manifestations. Et, d'abord, l'on conçoit qu'il ne doive pas se produire de choc final, lorsque l'on alimente une chaudière au-dessous du niveau de l'eau; la vapeur, ne pouvant pénétrer dans la boîte du régulateur alimentaire, ne peut pas s'y condenser et rapeler l'eau en arrière.

L'influence de la pression s'explique ainsi tout naturellement. Il en est de même de l'influence du système de l'appareil alimentaire et de celle de la température de l'eau d'alimentation, qui est toujours inférieure à celle de la vapeur de la chaudière. Quant à l'explication des divers phénomènes qui, signalés plus haut, dépendent de la forme des tuyautages intérieurs et extérieurs de la chaudière, nous la donnerons après avoir indiqué la cause du choc initial dans le tuyautage extérieur, qui se produit dans les circonstances que nous connaissons.

Chocs dans les tuyautages extérieurs à la chaudière. — Voici ce qui se passe dans ce tuyau: l'alimentation étant terminée, l'eau du tuyautage extérieur peut, si le clapet

régulateur n'est pas parfaitement étanche, être remplacée petit à petit par de la vapeur, en vertu de la différence de densité des deux fluides, jusqu'à son point le plus élevé *a* (fig. 9).

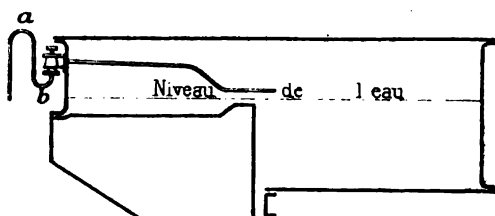


FIG. 9.

Quand on réalimentera, l'eau froide tombant dans la partie *ab* y condensera la vapeur et créera le vide, il se produira donc, en vertu de la pression qui règne dans le réservoir de la pompe alimentaire, un courant d'eau de la pompe vers le clapet chargé de la pression de la chaudière contre lequel elle bute ; il y aura, par suite, choc. La force vive de l'eau pourra être suffisante pour soulager momentanément le clapet, et alors une certaine portion d'eau pourra passer dans la chaudière, d'où naissance d'un choc intérieur en aval du clapet, au commencement de l'alimentation, puisqu'il y a interruption d'alimentation.

Cette explication rend compte, elle aussi, de l'influence des divers éléments, régime de la chaudière, système de l'appareil alimentaire, température, sur les chocs dans les tuyautages extérieurs.

Nous pouvons étudier maintenant les phénomènes qui se passent dans les divers cas signalés plus haut.

CAS N° 1. — Il n'y a pas de choc dans le tuyautage extérieur, car celui-ci reste toujours plein jusqu'au clapet régulateur. Quant aux chocs intérieurs, voici comment ils se produisent : à l'origine de l'alimentation, de *b* à *c*, l'eau ne

peut s'écouler en remplissant complètement le tuyau, elle n'occupe que la partie basse de celui-ci ; la vapeur qui occupe la partie haute se condense donc et est remplacée par de la vapeur qui arrive de la chaudière en ramenant

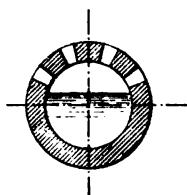


FIG. 10.

brusquement l'eau vers l'arrière ; donc choc qui peut se renouveler. Les chocs multiples de la fin de l'alimentation sont dus à ce que, lorsque l'eau cesse de débiter à gueule bée, il y a condensation dans le tuyau, donc retour d'eau et choc ; l'eau reprend ensuite son écoulement, causant une nouvelle condensation

et un nouveau choc ; ces chocs sont analogues au glou-glou d'une bouteille que l'on vide.

L'influence du sens du crépinage s'explique par la plus grande surface de condensation dans le cas du crépinage dirigé vers le haut.

On voit aussi que ce crépinage doit se refermer, l'eau rentrant violemment entraîne les parois du crépinage.

CAS N° 2. — Comme dans le cas n° 1, il ne peut y avoir choc extérieur. Le choc final s'explique comme le précédent, mais ici la surface condensante et la masse d'eau de retour étant faibles, il ne peut y avoir qu'un choc faible. Si l'alimentation est très lente, dans le petit bout du tuyau *b* (*fig. 11*), il n'y a que peu d'eau, et la condensation ne peut être rapide : il n'y a donc pas choc.

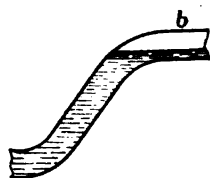


FIG. 11.

CAS N° 3. — Il n'y a évidemment pas de choc possible dans le tuyautage extérieur ; il n'y en a pas non plus dans le tuyautage intérieur, parce qu'après cessation de l'alimentation le tuyautage intérieur reste entièrement plein : il n'y a donc pas condensation.

CAS N° 4. — Nous trouvons ici le choc dans le tuyautage extérieur puisqu'il peut se vider d'eau jusqu'en *a* ; les chocs intérieurs s'expliquent comme dans le cas n° 1 ; mais, le tuyau ayant plus de pente, les glous-glous sont plus violents.

CAS N° 6. — L'**U** ne permet plus au tuyautage extérieur de se vider ; il ne peut donc y avoir choc extérieur que si l'eau du tuyautage intérieur a été évaporée, ce qui peut demander longtemps.

Les chocs multiples de la fin, qui se produisent pour les mêmes motifs que précédemment, sont moins forts à cause des coudes du tuyautage qui absorbent une bonne part de la force vive de l'eau rentrant dans le tuyau.

CAS N° 6. — Nous en avons vu l'explication.

CAS N° 7. — Le choc de la fin doit être le même que dans le cas précédent, celui du début s'explique comme dans le cas n° 4.

Ces chocs doivent évidemment se produire tout aussi bien lorsque le clapet du régulateur est supprimé.

III. — Des explications qui précèdent résulte le moyen d'éviter aussi bien le choc extérieur que le choc intérieur, tout en faisant déverser le tuyau intérieur d'alimentation dans la vapeur. Pour éviter le choc dans le tuyautage extérieur il suffit de s'arranger de manière à empêcher l'eau de pouvoir y être remplacée par de la vapeur : on disposera donc la portion du tuyautage de refoulement située à l'extérieur de la chaudière entièrement au-dessous du régulateur alimentaire.

Pour éviter les chocs dans le tuyautage intérieur, il faut empêcher qu'à la fin de l'alimentation la vapeur, en

se condensant dans le tuyautage, puisse faire revenir cette eau en arrière.

Nous avons déjà vu que l'on arrive à ce résultat dans

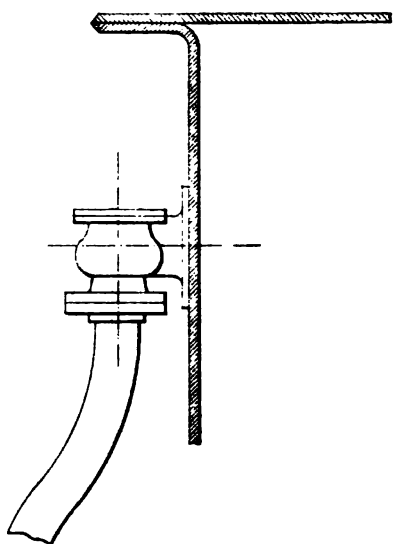


FIG. 12.

le cas n° 3 ; mais cette disposition ne permet pas de répartir l'eau d'alimentation sur toute la surface d'évaporation, ce qui peut être la cause d'entraînement d'eau de la chaudière et de fatigue locale des pièces de construction de celle-ci.

On peut aussi arriver à faire disparaître les chocs intérieurs en reproduisant, sur le tuyautage d'alimentation intérieure, une disposition analogue à celle qui, sur

une conduite d'eau, consiste à couper le tuyau d'aval au ras du tournant. Dans le cas du tuyautage intérieur à la chaudière, elle revient à placer un clapet s'ouvrant de l'extérieur de la chaudière vers l'intérieur sur le tuyautage intérieur de celle-ci en un point quelconque, et à faire déverser l'eau immédiatement après (*) (le clapet retenu sur son siège par un ressort) (*fig. 13 et 14*).

Cette solution présente le même défaut que la précédente. Il est toutefois très facile de la modifier de manière

(*) La disposition du premier croquis (*fig. 13*) est la première que nous ayons été conduit à essayer, après avoir remarqué l'analogie des chocs dans les chaudières avec ceux des conduites d'eau ; c'est elle qui nous a conduit à l'explication des phénomènes.

à distribuer l'eau dans toute la chaudière. Il suffit d'établir un canal crépiné immédiatement après le clapet.

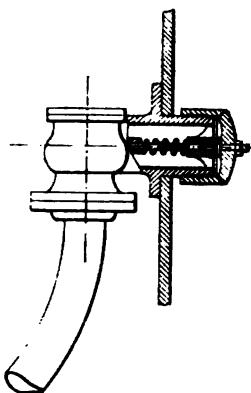


FIG. 13.

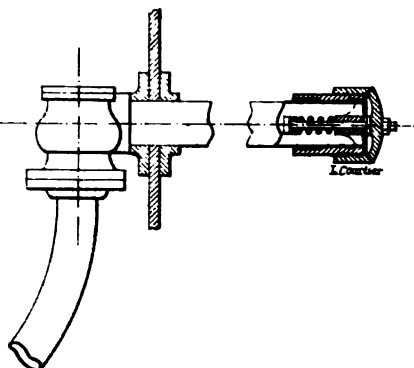


FIG. 14.

Nous avons essayé la disposition suivante (*fig. 15*) où

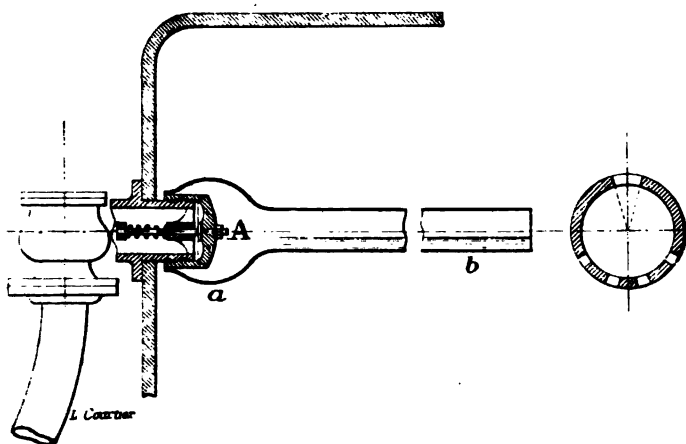


FIG. 15.

le tuyau *ab* est crépiné par le bas et ouvert par le haut, de manière à éviter toute formation de piston d'eau.

Cette solution nous paraît être celle qui convient le mieux pour éviter les chocs. Toutefois il est bon de disposer le régulateur de manière que le clapet A puisse être visité sans que l'on ait à entrer dans la chaudière ou que l'on ait à démonter le joint du régulateur alimentaire sur la chaudière.

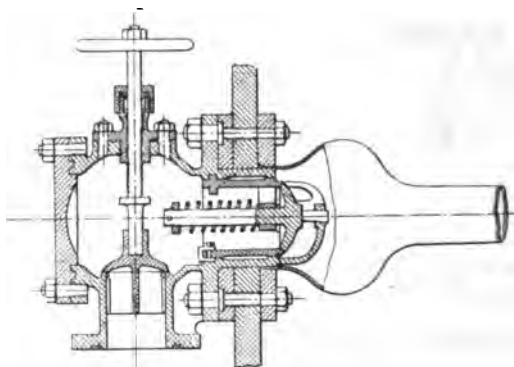


FIG. 16.

Ci-dessus (*fig. 16*) le croquis du régulateur établi dans ces conditions sur le croiseur *d'Entrecasteaux* de la Marine militaire.

IV. — Aux divers phénomènes dont nous venons de donner l'explication se rattachent aussi les chocs que l'on constate dans les tuyaux d'extraction des chaudières, lorsque cette extraction se fait dans l'eau froide.

Voici comment les choses se passent dans ces tuyaux.

L'eau chaude d'extraction, étant à une température supérieure à celle qui correspond à la pression extérieure à la chaudière (pression atmosphérique augmentée de la pression due à la hauteur d'eau), se vaporise en partie; il se forme des bulles de vapeur qui tendent à s'échapper avec l'eau d'extraction.

Ces bulles de vapeur, venant à rencontrer l'eau froide extérieure, se condensent, et il y a précipitation de l'eau froide vers l'intérieur du tuyau où elle rencontre l'eau qui se précipite vers l'extérieur; il y a donc choc.

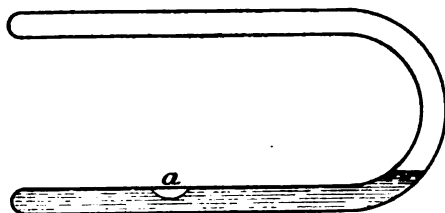


FIG. 17.

Ce mode de production de choc d'eau sur eau, identique d'ailleurs à celle dans le tuyautage extérieur de refoulement d'eau à une chaudière, est mis en lumière par l'expérience suivante, que nous avons faite.

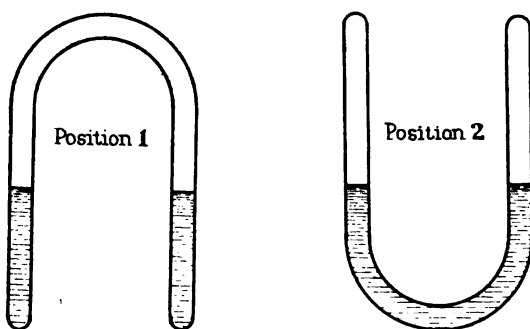


FIG. 18.

Si l'on prend un appareil différent de celui que, dans les cours de physique, l'on appelle « marteau d'eau », par la courbure du tube, et que l'on s'arrange de manière à produire des bulles dans la masse d'eau en *a* (fig. 17), par exemple, ce à quoi l'on arrive aisément en variant convenablement l'inclinaison du tube, cette bulle disparaît

rapidement en donnant lieu à un choc. De même, en plaçant le tube d'abord dans la position 1, puis dans la position 2 (*fig. 18*), il y a production de choc au moment où les deux masses qui étaient séparées en 1 se rencontrent en 2. Les chocs de cette deuxième expérience

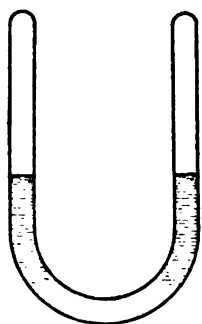


FIG. 19.

sont faibles, parce que l'eau ne tombe pas en masse complète, mais file le long des parois. On peut rendre les chocs plus sensibles en abaissant rapidement le tube dans la position 2, de manière à séparer le liquide en deux colonnes qui se rejoignent avec choc (*fig. 19*).

Comme pour les chocs à l'intérieur des tuyaux d'alimentation, le moyen à employer pour éviter les chocs à l'intérieur de ceux d'extraction consiste à empêcher l'eau froide de venir dans ce tuyautage; il y a donc à mettre un clapet de retenue à l'extrémité de ce tuyautage du côté de la mer. C'est précisément l'habitude que l'on a prise, dans le but d'éviter ce genre de chocs connu depuis longtemps.

Marseille, août 1897.

NOTE

AU SUJET

DE L'ALIMENTATION DES CHAUDIÈRES
DANS LA VAPEUR

Par M. RAYMOND, S.-Ingénieur de la Marine,
Ingénieur principal des ateliers de la C^e des Messageries maritimes.

Jusqu'en 1888 l'alimentation des chaudières de la Marine se faisait au-dessous du niveau de l'eau. A cette époque, pour prévenir l'usure des tubes en fer ou en acier extra-doux dans les chaudières de torpilleurs, on essaya, entre autres dispositions, de faire arriver l'eau d'alimentation à la partie supérieure de la chaudière par un tuyau percé de petites ouvertures débouchant dans la vapeur un peu au-dessus du niveau de l'eau. Cette disposition parut donner de bons résultats, et on l'étendit aux appareils évaporatoires de quelques grands bâtiments. Mais les premières applications de la nouvelle disposition sur ces grandes chaudières ne donnèrent pas des résultats aussi satisfaisants que sur les torpilleurs. Dans le tuyautage d'alimentation se produisaient des chocs intenses; à la visite on trouvait les tronçons de tuyautages *intérieurs à la chaudière*, fendus, déchirés et gonflés. Ces chocs disparaissaient quand on maintenait le niveau assez haut pour noyer la crépine de la pipe d'alimentation; ils reparaissaient quand la crépine se trouvait découverte.

En d'autres termes, les chocs disparaissaient quand on alimentait dans l'eau au lieu d'alimenter dans la vapeur.

Frappé de l'absence de chocs sur les chaudières, type locomotive, des torpilleurs, dont le tuyautage devait être établi de la même manière que sur les appareils dont nous venons de parler, nous avons relevé exactement l'installation des pipes d'alimentation d'un certain nombre de ces torpilleurs. Nous avons constaté alors que, sur tous ces petits bâtiments, le tuyautage intérieur de la chaudière était déformé, affaissé, et que la crépine ménagée à la partie inférieure de la pipe était complètement noyée. Le tuyautage avait été établi pour alimenter dans la vapeur, mais il est vraisemblable que les premiers chocs l'ont affaissé dans l'eau.

Ces constatations indiquaient bien qu'il n'y a chocs que sur les chaudières dans lesquelles la crépine de la pipe est en pleine vapeur.

Pour rechercher les causes de ces chocs nous avons employé le dispositif suivant.

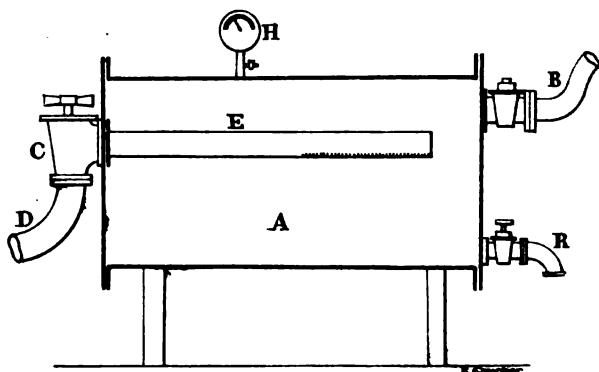


FIG. 1.

Un réservoir cylindrique en tôle A (*fig. 1*) était installé horizontalement sur le sol. Ce réservoir pouvait être mis en communication par un tuyau B avec une chaudière Belleville. Sur l'un des fonds du réservoir était fixé un

régulateur d'alimentation C. Une pompe à bras permettait de refouler de l'eau dans le réservoir A. Cette eau arrivait par le tuyau D, et s'écoulait dans le réservoir, en passant par un tuyau intérieur E fermé à son extrémité et percé de trous à sa partie inférieure sur la seconde moitié de la longueur. Enfin un manomètre H indiquait la pression de la vapeur dans le réservoir, et un robinet de purge R permettait de faire la vidange de l'appareil.

Les dimensions du tuyau E étaient les suivantes :

Diamètre intérieur	50 ^{mm}
Longueur totale du tuyau	1 ^m ,40

La section totale des trous de la partie crépinée était égale à trois fois la section droite du tuyau.

Enfin l'axe du tuyau était sensiblement horizontal. Cet ensemble reproduisait ainsi le tracé adopté jusqu'ici pour l'alimentation dans la vapeur des chaudières de la Marine militaire.

Dans notre première expérience le régulateur était ouvert en grand, la pression de la vapeur dans le réservoir était de 11 kilogrammes. On donne aussi régulièrement que possible quatre coups de pompe, envoyant ainsi dans le tuyau E 8 litres d'eau en 15 secondes ; pendant que la pompe est en action, trois chocs violents se produisent à intervalles à peu près égaux.

Après stoppage les chocs continuent : on en compte encore deux d'intensité décroissante et plus espacés que les premiers. Au troisième choc, le joint du couvercle du régulateur est cassé. Fait important à noter, ce joint ne crache d'abord que de l'eau ; la vapeur ne s'échappe par cette fuite que lorsque toute l'eau contenue dans le tuyau E a été expulsée.

Pour les expériences suivantes on remplace le régulateur avarié par un régulateur renforcé, et, au démontage nécessité par cette opération, on constate que le tuyau E

est gonflé sur une longueur de 15 centimètres à partir de la bride de jonction sur le fond qui porte le régulateur. L'autre extrémité du tuyau n'a pas souffert.

Plusieurs expériences, refaites dans des conditions analogues avec le régulateur renforcé, ont donné les mêmes chocs et des avaries de même nature du tuyau intérieur. La levée plus ou moins grande du régulateur n'avait aucune influence. D'autre part, l'intensité des chocs crois-sait avec la pression.

Voici comment on pouvait concevoir le phénomène. L'eau refoulée par la pompe se répand sur toute la partie inférieure du tuyau d'alimentation; elle condense une par-

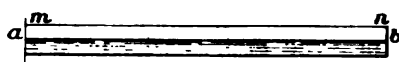


FIG. 2.

tie de la vapeur que renferme ce tuyau; une dépression se produit, par suite, dans le volume *abmn* (*fig. 2*). Sous l'action de la différence de pression qui existe entre l'intérieur et l'extérieur du tuyau, la vapeur qui remplit le réservoir pénètre dans la pipe d'alimentation et rejette sur le fond, en *hkcd* (*fig. 3*), toute l'eau qu'il renferme, d'où un premier choc.

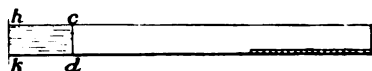


FIG. 3.

L'eau s'écoule de nouveau sur toute la longueur du tuyau, et le phénomène recommence. Tant que l'allure de la pompe alimentaire ne change pas, on devra donc avoir une succession de chocs à peu près équidistants, puisque les circonstances qui accompagneront la production de

chacun d'eux seront sensiblement les mêmes. Mais, après le stoppage de la pompe, les chocs devront être plus espacés et moins violents, parce que la quantité d'eau restant dans le tuyau va en diminuant, que cette eau s'échauffe de plus en plus, que la condensation de la vapeur dans le tuyau est plus lente et que, par conséquent, la dépression nécessaire pour obtenir une vitesse d'écoulement suffisante de la vapeur qui remplit le coffre est plus longue à s'établir.

Cette hypothèse entraîne les conséquences suivantes :

1° Il doit exister une vitesse d'alimentation au-dessous de laquelle les chocs ne se produisent plus, parce que la vitesse de dépression correspondante dans le tuyau crépiné est trop faible pour donner à la vapeur une vitesse suffisante. Nous appelons vitesse d'alimentation la quantité d'eau refoulée par seconde, et vitesse de dépression la chute de pression en une seconde ;

2° La vitesse maximum d'alimentation sans chocs doit s'élever si l'on alimente avec de l'eau chaude, puisque dans ces conditions, et à égalité de vitesse d'alimentation, la vitesse de dépression est plus faible ;

3° Les chocs doivent disparaître pendant toute la durée du fonctionnement régulier de la pompe, si la vitesse d'alimentation est assez grande pour que le tuyau crépiné soit toujours complètement plein. Mais les chocs doivent reparaitre après le stoppage de la pompe.

Nous avons vérifié ces trois conséquences. Avec de la vapeur à 11 kilogrammes, de l'eau d'alimentation à la température de 18°, la vitesse maximum d'alimentation sans choc a été trouvée égale à 0^m,35. Cette vitesse paraît bien être la limite, car la moindre accélération dans le mouvement de la pompe entraîne la production de faibles chocs.

Avec de la vapeur à 7 kilogrammes et de l'eau à 18°, cette vitesse d'alimentation sans chocs devient égale à

0^m,44. Avec une pression de vapeur de 3 kilogrammes, et toutes choses égales d'ailleurs, nous n'avons pas pu obtenir de chocs, quoique la vitesse d'alimentation ait été poussée jusqu'à 2 litres.

Avec de l'eau à 70° et de la vapeur à 11 kilogrammes, la vitesse maximum sans choc a été de 0^m,40, valeur supérieure à celle que donne l'alimentation à l'eau froide dans les mêmes conditions de pression.

Enfin, en accélérant le débit de manière que la pipe soit constamment pleine d'eau, l'alimentation se fait régulièrement et sans chocs pendant toute la durée du fonctionnement de la pompe; mais, après le stoppage, commence la succession des chocs d'intensité décroissante.

Il paraît donc bien établi que les chocs se produisent comme nous l'avons indiqué plus haut.

Comment se fait cet entraînement par la vapeur de la colonne d'eau?

C'est là un sujet fort complexe, qui demanderait des études particulières, mais dont la connaissance n'est pas nécessaire à la solution de la question qui nous occupe: il nous suffit de savoir que ce phénomène d'entraînement existe et dans quelles conditions il se produit.

Toutes ces expériences étaient terminées quand nous avons eu entre les mains un opuscule (*) écrit par M. Gurlt, conseiller privé de l'Amirauté allemande, dans lequel se trouve la relation d'expériences excessivement intéressantes sur les explosions de tuyautage faites à l'arsenal de Wilhemshaven.

Ces expériences ayant, par leurs résultats, une certaine analogie avec les nôtres, nous croyons utile de reproduire ci-dessous un extrait de la note de M. Gurlt (**):

(*) *Explosionen der Dampfleitungen auf Schiffen, und die Mittel um ihren verheerenden Wirkungen zu begegnen.*

(**) M. Gurlt ne donne que les expériences les plus intéressantes. L'exposé complet des essais entrepris à Wilhemshaven se trouve dans le numéro de mars 1894 de la *Marine-Rundschau*.

« Un tronçon de tuyautage en cuivre, provenant d'une
 « machine condamnée de 310 millimètres de diamètre sur
 « 6 millimètres d'épaisseur, fut placé de telle sorte que
 « la partie principale A (*fig. 4*), de 7 mètres de longueur

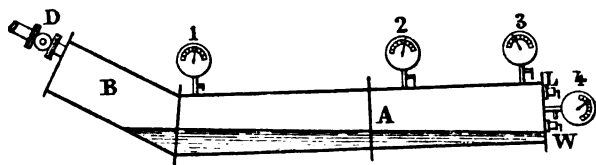


FIG. 4.

« environ, fût légèrement inclinée sur l'horizontale ; son
 « extrémité la plus basse était boulonnée avec un bout
 « de tuyau B se relevant, en faisant avec le premier un
 « angle obtus ; on constituait ainsi une sorte de poche
 « dans laquelle s'amassait l'eau préalablement versée
 « dans le tuyau en quantité égale au $\frac{1}{3}$ environ de la
 « contenance de ce dernier.

« La hauteur d'eau était maximum à la jonction des
 « deux tuyaux ; elle y atteignait environ 230 millimètres,
 « elle laissait libre à peu près le $\frac{1}{5}$ de la section droite
 « du tuyau, tandis qu'à l'autre extrémité la génératrice
 « inférieure du tuyau A était à peine couverte. Par un
 « tuyau D de 80 millimètres de diamètre on faisait arri-
 « ver brusquement au-dessus de l'eau de la vapeur à la
 « pression de 5 atmosphères, pendant qu'on ouvrait deux
 « robinets L et W, de 20 millimètres de diamètre et dis-
 « posés dans le haut et dans le bas de la tôle qui fermait
 « l'extrémité du tuyau A ; on mesurait l'intensité des
 « coups de bélier à l'aide de 4 manomètres à maxima
 « (1, 2, 3, 4), gradués jusqu'à 150 atmosphères, qui, à la
 « fin de chaque expérience, indiquaient la violence du
 « choc. Le manomètre 1 marquait 30 ; le 2, 8 ; le 3, 14 ;
 « le 4, 8 kilogrammes. Avec une arrivée de vapeur très

« lente, les chocs étaient très faibles, et les manomètres
 « indiquaient tous simultanément la pression de la chau-
 « dière.

« Ensuite, on enleva le tronçon B, le tuyau A fut laissé
 « à sa faible inclinaison primitive, et on le ferma, par
 « une seconde tape, à la partie inférieure de laquelle on
 « disposa une soupape de 50 millimètres (*fig. 5*). Avec une

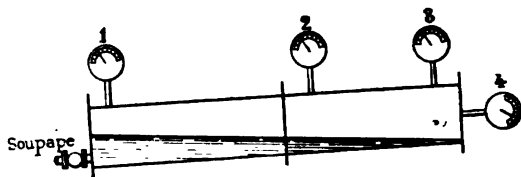


FIG. 5.

« ouverture de $\frac{3}{5}$ de cette soupape, la vapeur à 5 atmo-
 « sphères, arrivant maintenant au-dessous de l'eau, pro-
 « duisait des chocs si violents que, dans une expérience,
 « les filets de quatre boulons de la seconde tape furent
 « arrachés, la tape elle-même fortement déformée, le
 « manomètre 4 fixé sur elle détruit, et le tuyau lui-même
 « gonflé dans le voisinage de la tape; les autres mano-
 « mètres, pris dans le même ordre que ci-dessus, mar-
 « quaient 34, 27 et 65 kilogrammes.

« Dans une autre expérience, faite avec la même
 « ouverture de soupape, le tuyau se déchira à 100 milli-
 « mètres du fond, sur une longueur de 210 millimètres,
 « pendant que les manomètres indiquaient 22, 13 et
 « 60 kilogrammes; au quatrième manomètre placé sur la
 « tape, la pression maximum de 150 kilogrammes était
 « dépassée.

« Après enlèvement de la partie déchirée, le tuyau
 « d'essai, raccourci à 6 mètres environ et fermé de nou-
 « veau par une tape, ne portant plus cette fois de mano-
 « mètre, on réduisit la hauteur maximum de l'eau de 230
 « à 170 millimètres. Les chocs produits par l'arrivée de

« la vapeur donnaient encore aux trois manomètres restants des pressions de 30, 35, 60 kilogrammes.

« Après élévation du niveau de l'eau à 250 millimètres, deux boulons de jonction du fond furent brisés, et sur la partie du tuyau comprise entre l'extrémité et le joint milieu, se produisirent deux déchirures, l'une de 60 millimètres, et l'autre de 100 millimètres de longueur. »

On voit que les phénomènes étudiés à Wilhemshaven sont de même nature que ceux qui nous occupent, et que les chocs constatés dans les tuyautages d'alimentation dans la vapeur ne sont qu'un cas particulier des chocs dus à la présence de l'eau dans les tuyautages de vapeur, lesquels sont vraisemblablement la cause des trop fréquentes ruptures de peet-valves en fonte, restées jusqu'ici inexplicées.

De ce que nous avons exposé plus haut, il résulte que, même avec les dispositions actuelles de tuyautages d'alimentation dans la vapeur, on pourrait éviter les chocs si on avait la précaution d'alimenter avec une vitesse assez faible; l'alimentation devrait être continue, les pompes ne devraient jamais être mises en marche trop brusquement et devraient marcher toujours à une allure modérée qui serait à déterminer expérimentalement pour chaque chaudière. Mais ce sont là des conditions beaucoup trop difficiles à réaliser dans la pratique; la conduite de l'alimentation deviendrait une opération beaucoup trop délicate, et il fallait une autre solution.

Les chocs seront supprimés, si on empêche tout retour en arrière de l'eau introduite dans la pipe d'alimentation.

Nous avons essayé tout d'abord de disposer immédiatement, avant la partie crépinée du tuyau, une soupape A s'ouvrant de bas en haut (*fig. 6*). Le parcours de la colonne d'eau se trouvait ainsi réduit de moitié. Les chocs dispa-

raissaient effectivement ou, du moins, ils n'étaient pas plus intenses que le bruit d'un clapet retombant sur son siège, Toutefois cette solution ne nous paraissait pas entièrement satisfaisante, tant à cause de la nécessité de placer

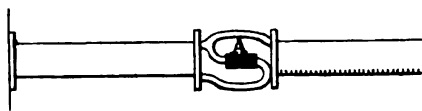


FIG. 6.

à l'intérieur d'une chaudière un clapet dont le fonctionnement pourrait, à un moment donné, ne pas être assuré, qu'à cause du faible bruit qui subsistait encore.

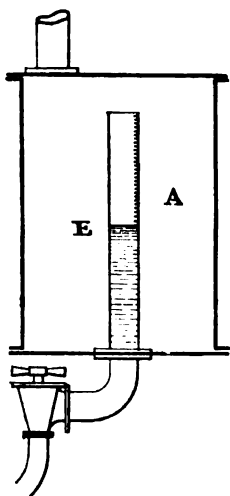


FIG. 7.

Nous avons alors recommencé nos premières expériences en disposant verticalement le coffre à vapeur A et la pipe E (fig. 7). La partie non crépinée du tuyau E devait ainsi rester constamment pleine d'eau, et la cause des chocs devait disparaître. Il nous a été, en effet, absolument impossible d'en obtenir, quelle qu'ait été l'allure de la pompe alimentaire, qu'on la manœuvrât lentement ou brusquement. C'était donc là la solution; il fallait disposer le tuyau d'alimentation de manière qu'il ne présentât aucune partie horizontale et qu'il allât toujours en montant à partir du régulateur.

Nous avons clos la série de nos expériences en opérant sur une chaudière, type locomotive, destinée au *Capitaine-Mehl* et qui avait à subir l'essai réglementaire à terre, avant sa mise à bord. L'alimentation a été établie comme l'indique la fig. 8 ci-contre.

Un premier tuyau partant d'un régulateur de façade

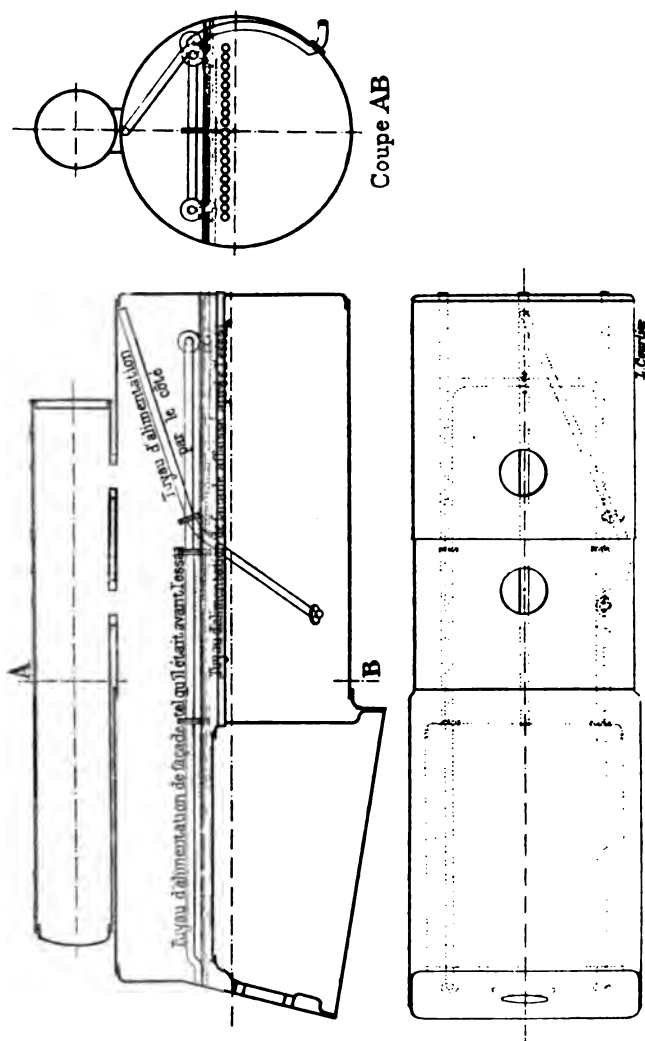


FIG. 8.

courait horizontalement dans la vapeur et reproduisait la disposition adoptée jusqu'ici ; un deuxième tuyau par-

tait d'un régulateur placé sur le côté dans la partie basse de la chaudière, remontait au-dessus de l'eau, et sa partie crépinée traversait diagonalement le volume de vapeur en montant constamment.

La crépine déversait ainsi son eau sur tout le faisceau tubulaire.

La même pompe Thirion pouvait desservir l'un ou l'autre des tuyaux alimentaires. La pression à la chaudière étant de 9^m,25, on a commencé à alimenter avec le régulateur de façade en faisant fonctionner le Thirion le plus lentement possible. Tout allait bien, aucun choc ne se produisait. On a forcé ensuite l'allure de la pompe, des chocs ont immédiatement ébranlé le tuyautage avec une violence telle qu'elle inspirait des craintes pour sa solidité. On a fermé alors le régulateur de façade et alimenté avec le régulateur de côté ; le fonctionnement était parfait et absolument silencieux.

Nous avons successivement lancé le Thirion à toute vitesse, nous l'avons stoppé brusquement, nous lui avons fait subir de nombreuses variations d'allure : jamais le moindre bruit ne s'est produit dans le tuyautage.

Après l'expérience, on a visité les deux tuyaux intérieurs : celui du régulateur de côté était absolument intact, celui du régulateur de façade était déformé et affaissé dans l'eau par les chocs.

Toutes ces expériences nous paraissent concluantes, et l'on peut résumer la question comme suit.

Les chocs constatés dans les tuyaux d'alimentation dans la vapeur installés jusqu'ici sont dus à ce que, au-delà d'une certaine vitesse d'alimentation, particulière, d'ailleurs, à chaque appareil, l'eau renfermée dans la pipe alimentaire est violemment rejetée sur le régulateur par la vapeur du coffre pénétrant dans la pipe ; le procédé le plus simple pour éviter ces mouvements d'eau et, par conséquent, les chocs, est de disposer le tuyau d'alimentation

de manière qu'il ne présente aucune partie horizontale dans toute sa longueur, y compris la partie crépinée, et qu'il aille toujours en montant.

On sera conduit, le plus souvent, à placer les régulateurs alimentaires sur le côté des chaudières. Il n'en saurait résulter aucun inconvénient ; il suffira, en effet, d'installer sur le tuyautage, avant le régulateur fixé sur la chaudière et en un point facilement accessible, un second régulateur. C'est par celui-ci qu'on réglerait l'alimentation, le premier restant toujours ouvert en grand. C'est, en somme, une disposition de régulateurs analogue à celle qui est adoptée pour les chaudières d'Allest, où elle n'a donné lieu, jusqu'à présent du moins, à aucune observation.

D'ailleurs, si l'on croyait préférable de supprimer ce régulateur supplémentaire, on pourrait toujours établir une transmission de mouvement simple, renvoyant sur la façade de la chaudière la manœuvre du régulateur latéral.

La Ciotat, août 1897.

DE L'EMPLOI DES BOULONS A CHARNIÈRE
POUR MAINTENIR
LES OBTURATEURS AMOVIBLES
DE CERTAINS RÉCIPIENTS DE VAPEUR

Par MM. E. POLONCEAU et C. WALCKENAER,
Membres de la Commission centrale des machines à vapeur.

Le 28 janvier 1897, dans une fabrique d'engrais sise à Boesse (Deux-Sèvres), un couvercle maintenu par des boulons à charnière, qui fermait l'orifice de déchargement d'un récipient de vapeur, s'est violemment détaché; l'ouvrier chargé de la conduite de l'appareil a été tué sur le coup, un autre ouvrier grièvement blessé.

Cet accident redonne une malheureuse et pressante actualité à la question des dangers que présente l'emploi des boulons à charnière pour maintenir les obturateurs amovibles de certains récipients de vapeur. Une première étude sur ce sujet, présentée par M. l'ingénieur en chef des Mines Olry et par l'un des auteurs de la présente note, a été publiée par les *Annales des Mines* au commencement de 1891 (*). Tant par l'examen de sept accidents survenus d'octobre 1888 à septembre 1890, que par le compte rendu d'expériences directes, cette étude met en évidence l'instabilité des joints obtenus au moyen de boulons à charnière disposés sans précautions spéciales ou appliqués à des obturateurs dont la rigidité laisse à désirer. Comme conclusion, elle recommande, si

(*) 8^e série, t. XIX, p. 133 et suiv.

l'on croit devoir conserver les boulons à charnière, quelques dispositions propres à éviter, le plus possible, la déformation des bords des couvercles et l'échappement des boulons; « mais, y est-il dit, le mieux encore sera de renoncer aux boulons à charnière et de les remplacer par des boulons ordinaires traversant les bords de la bride fixe et du couvercle mobile. Celui-ci sera ainsi retenu sur la périphérie par le corps même des boulons, et non plus seulement par la pression des écrous. Si les manœuvres y perdent en rapidité, la sécurité y gagnera, et c'est là le point essentiel. »

Ce conseil peut être suivi et doit l'être dans un certain nombre de cas. Dans d'autres la rapidité des manœuvres est si nécessaire qu'on ne peut espérer voir l'industrie s'accommoder des boulons ordinaires passés dans des trous. A moins de changer radicalement le mode de fermeture, ce qui soulève d'autres questions techniques dans l'examen desquelles nous n'entrerons pas ici, l'on est donc conduit, pour certaines applications, à conserver, autant que possible, le système des boulons à charnière. Mais cela n'est permis qu'à la condition d'améliorer les dispositions des couvercles et le détail des assemblages, de manière à concilier l'emploi de ces boulons avec les exigences supérieures de la sécurité.

Faute de ces améliorations nécessaires, la construction des appareils reste vicieuse et les accidents se succèdent. La première étude, à laquelle les circonstances nous obligent à donner une suite, s'arrêtait à l'accident survenu, le 24 septembre 1890, dans une fabrique d'indiennes à Amfreville-la-Mivoie. Dès le surlendemain 26 septembre, le couvercle d'un récipient à débouillir les cotons, qui fonctionnait dans une teinturerie, à Thizy (Rhône), était violemment projeté en l'air, et cette explosion, dans ses traits essentiels, reproduisait une des précédentes, celle qui avait eu lieu, le 1^{er} juin 1889, dans un atelier de tis-

sage de cotons à Saint-Dié. La cause en était la rupture des attaches mêmes reliant le couvercle à la cuve. Mais ce sont surtout les accidents dans lesquels les attaches lâchent prise, en se renversant autour de leurs charnières, que notre étude a en vue. Depuis la première publication, il a été rendu compte à l'Administration des Travaux publics de huit cas nouveaux où des obturateurs de récipients de vapeur, se déformant ou se brisant, se sont dégagés de leurs attaches articulées qu'ils ont renversées sans les rompre (*). Ces huit accidents ont fait trois morts et occasionné des blessures à dix-neuf personnes. Six d'entre eux, dont deux ont entraîné mort d'homme, ont affecté des récipients dont le couvercle était formé d'une tôle insuffisamment bombée, non raccordée suivant une courbe progressive avec la partie cylindrique, armaturée à sa périphérie par une couronne de fonte ou par un cercle en fer de mauvaise forme, et dont les boulons à charnière, agissant en porte-à-faux, tendaient à infléchir, à déformer cette armature périphérique. Les deux autres, qui ont occasionné une mort et plusieurs blessures, ont porté sur des obturateurs tout en fonte.

Nous donnons ici la liste de ces différents accidents, avec l'indication sommaire de leurs conséquences; nous résumerons ensuite les circonstances caractéristiques de chacun d'eux.

(*) Nous faisons abstraction, dans ce travail, d'un accident survenu, le 7 septembre 1891, dans une distillerie, à Bône (Algérie). Cet accident a consisté dans la rupture d'un couvercle en tôle de cuivre, à couronne périphérique en fonte, qui fermait un récipient de vapeur servant d'appareil de distillation. Mais les attaches ne consistaient pas en boulons à charnière; elles étaient constituées par trois boulons ordinaires, passés dans des trous, et deux serre-joints supplémentaires en forme de mâchoires. Aussi bien ne sont-ce point ces attaches qui ont lâché. La couronne de fonte est restée en place, et l'accident a consisté dans la déchirure de la tôle de cuivre le long de la rivure circulaire qui la réunissait à cette couronne. Cette tôle était d'épaisseur trop faible, et l'état d'entretien était défectueux.

CATÉGORIES D'ACCIDENTS	DATE	LIEU	CONSÉQUENCES DE CHAQUE ACCIDENT
Rupture des attaches	26 septembre 1890	Teinturerie à Thizy (Rhône)	Deux ouvriers légèrement blessés; démolition de la toiture métallique de l'atelier et bris de la tuyauterie.
Départ d'un couvercle, avec renversement, sans rupture, des boulons à charnière qui le maintenaient	24 juin 1891	Brasserie à Paris	Un ouvrier brûlé mortellement, un grièvement; dégâts à la toiture de l'atelier.
	27 avril 1892	Filature de ramie à Entraigues (Vaucluse)	Sept personnes blessées légèrement; plancher du premier étage de l'atelier démoli sur 30 m ² et toiture sur 40 m ² .
	26 avril 1893	Teinturerie à Roanne (Loire)	Un ouvrier tué sur le coup, un blessé d'une manière grave, deux légèrement. Dégâts importants; renversement d'un mur de 10 mètres de long et de la toiture qu'il supportait. Le couvercle a été projeté à 90 mètres.
	14 décembre 1893	Distillerie locomobile à Grésy-sur-Isère (Savoie)	Un ouvrier grièvement brûlé; le couvercle a été projeté sur la toiture d'un hangar distant de 10 mètres.
	22 octobre 1894	Distillerie locomobile à Issoudun (Indre)	Le couvercle a été projeté à 30 mètres; pas d'accident de personnes.
	24 octobre 1894	Même appareil à St-Lizaigne (Indre)	Couvercle projeté à 40 mètres.
	11 mai 1894	Manufacture de caoutchouc aux Lilas (Seine)	Quatre ouvrières blessées, dont l'une parce qu'elle fit une chute en fuyant au bruit de l'accident; une cloison renversée, une autre traversée par un fragment du couvercle.
	28 janvier 1897	Fabrique d'engrais à Boesse (Deux-Sèvres)	Un ouvrier tué sur le coup, un grièvement blessé; mur de 1 ^m .20 de hauteur renversé sur une longueur de 2 mètres.
Couvercle en tôle de cuivre ou de fer, armaturé au pourtour			
Couvercle en fonte			

Accident du 26 septembre 1890, dans une teinturerie à Lizy (Rhône). — Dans cet accident, comme dans son analogue du 1^{er} juin 1889 (*), le couvercle ne s'est point dégagé de ses attaches par déformation ou rupture, les attaches n'ont point lâché prise par rotation autour des charnières; mais ces attaches, qui étaient de mauvaise forme et trop peu résistantes, se sont brisées. Le diamètre du récipient était 1 mètre, sa soupape devait être réglée pour la pression de 3 kilogrammes par centimètre carré; les attaches, au nombre de huit, étaient formées chacune d'une tige coudée en fer forgé, adaptée à charnière sur le bord de la cuve et dont la partie supérieure, ramenée au-dessus du bord du couvercle, servait d'écrrou à une vis qui s'abaissait sur ce bord pour y faire pression. La section transversale de ces tiges coudées était rectangulaire, d'environ $0^m,046 \times 0^m,018$, assez irrégulière d'ailleurs.

Il a été constaté, après l'accident, que le couvercle n'avait subi que des déformations insignifiantes, mais que six des huit tiges coudées étaient rompues; la septième s'était faussée, une seule était intacte. Les cassures se sont produites les unes dans la partie droite de la tige, les autres dans l'angle supérieur. Elles présentaient un grain très cristallin à larges facettes, et, bien que les surfaces fussent déjà rouillées quand le service des Mines a pu faire ses constats, elles ont paru montrer des traces de fissures anciennes et de dessoudures.

Pour une pression de 3 kilogrammes par centimètre carré dans l'appareil, l'effort exercé par la vapeur sur le couvercle, supposé réparti également entre les huit attaches et s'exerçant suivant l'axe des tiges, aurait correspondu pour celles-ci à un effort de 3 ou 4 kilogrammes par millimètre carré; mais on sait que ce n'est pas ainsi, tant s'en

(*) *Loc. cit.*, p. 143.

faut, que l'on peut évaluer la fatigue du métal en pareil cas. La force résultant de la pression de vapeur n'est souvent qu'une minime partie de l'effort qui s'exerce sur les attaches, car à cette force il faut ajouter celle résultant du serrage de chaque vis. Ce serrage est fonction du pas de la vis, de la longueur du bras de levier sur lequel l'ouvrier agit, de la force musculaire déployée par cet ouvrier. Il est telles attaches qui seraient exposées à casser par la seule action du serrage, en l'absence de toute pression dans l'appareil; et la tendance naturelle des ouvriers à serrer le plus possible pour assurer l'étanchéité, en s'aidant parfois de rallonges pour augmenter le bras de levier sur lequel ils agissent, nécessite des attaches extrêmement solides, si l'on veut éviter ce genre de danger. Ajoutons à cela que le serrage n'est jamais égal entre les différentes attaches et qu'il s'en faut le plus souvent de beaucoup que cette égalité soit réalisée, surtout lorsque les ouvriers serrent les vis de proche en proche en suivant la circonférence du couvercle, au lieu d'adopter un ordre de serrage méthodique mettant successivement en tension des groupes symétriques d'attaches.

Enfin, dans le cas présent, les efforts résultant soit du serrage des vis, soit de la pression de la vapeur, et transmis par les vis de pression, étaient loin de s'exercer purement et simplement suivant l'axe des tiges à charnière; la forme coudée de ces tiges introduisait des efforts de flexion capables d'accroître encore singulièrement la fatigue du métal, surtout à l'angle de chaque coude.

Ce premier accident, en résumé, nous rappelle la nécessité de donner aux attaches une forme rationnelle au point de vue de leur résistance propre, une solidité qui les mette à l'abri du danger de détérioration par les serrages les plus énergiques à prévoir, et de les calculer en prévision d'une répartition éventuellement fort inégale de l'effort total à supporter.

L'enseignement qui ressortira de l'étude des accidents suivants concernera la constitution des couvercles eux-mêmes.

Accident du 24 juin 1891, dans une brasserie, à Paris. —

Le récipient qui a donné lieu à cet accident était un vase cylindrique en cuivre de 0^m,54 de diamètre, 0^m,69 de hauteur, 160 litres de capacité, cerclé à sa partie supérieure par une collerette de fonte. Le couvercle était formé d'une tôle de cuivre



FIG. 1.

de 2^{mm},6 d'épaisseur, emboutie sous la forme générale d'une calotte sphérique de 0^m,66 de rayon, avec couronne de renforcement à son pourtour.

Cette couronne était en fonte. D'une épaisseur variant de 17^{mm},5 à 20 millimètres, son profil, que représente la *fig. 1*, était contourné et anguleux. Elle était assemblée à la calotte emboutie au moyen de dix rivets de 5 millimètres de diamètre, disposés symétriquement sur son pourtour.

Ce n'était pas d'une manière immédiate que le couvercle venait reposer sur la partie fixe. Il y avait dans l'appareil, comme le fait comprendre la *fig. 2*, un tamis métallique formant vase intérieur, qui se terminait

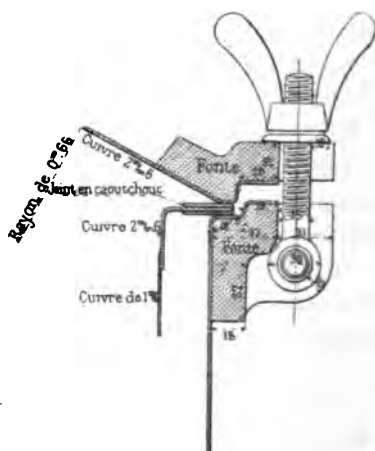


FIG. 2.

en haut par un rebord horizontal en cuivre, revêtu de caoutchouc sur ses deux faces. Ce rebord était pincé

entre les deux pièces, et son caoutchouc était destiné à assurer l'étanchéité du joint.

On voit que les attaches du couvercle auraient agi en porte-à-faux et imposé à la fonte des efforts de flexion, quand même elles auraient fait appui seulement sur le bord de la couronne telle que nous venons de la décrire. Mais il n'en était pas ainsi. La couronne portait à son pourtour dix oreilles à encoche, en saillie vers l'extérieur, et c'était dans les encoches de ces oreilles que venaient se placer les dix boulons de fixation, comme le représente la *fig.* 2. De cette façon le porte-à-faux, compté du milieu de la zone d'appui sur le caoutchouc à l'axe des boulons, était de 37 millimètres.

Sous la pesée des écrous ainsi disposés, la couronne de fonte tendait naturellement à se rompre suivant des sections méridiennes. C'est en effet ce qui arriva.

Le récipient avait été, semble-t-il, établi par le constructeur en vue de fonctionner sous une pression maximum de 2 kilogrammes par centimètre carré ; à en croire l'usine, on ne dépassait pas 1,5 en pratique. Mais le manomètre de l'appareil était en mauvais état, des indices suspects ont été relevés quant à l'état de la soupape, dont peut-être le clapet adhérait au siège, et il se peut que ces pressions aient été assez largement dépassées. La vapeur était fournie par un réservoir commun à deux chaudières timbrées à 6 et 8 kilogrammes, et fonctionnant habituellement à 4 kilogrammes par centimètre carré, disent les uns, entre 4 et 5, disent les autres. Un appareil construit pour fonctionner à 2 de pression ne devrait pas faire explosion à 5, s'il présentait un coefficient de sécurité suffisant ; mais, au surplus, on n'a même pas de preuve directe que la pression de 2 kilogrammes par centimètre carré ait été dépassée.

Ce qui est certain, c'est que le couvercle s'est brisé de la manière qu'on pouvait prévoir, étant donnée sa consti-

tution défectueuse : la couronne de fonte s'est rompue suivant des sections transversales. Elle était, après l'explosion, cassée en cinq morceaux ; les cassures étaient assez régulièrement réparties : trois d'entre elles passaient par des trous de rivets d'assemblage avec la calotte, les deux autres par des oreilles. Presque toutes étaient fraîches : l'une d'elles cependant paraissait rouillée ou entartrée sur ses deux lèvres. Les boulons à charnière étaient tous intacts et simplement rabattus ; les bords des oreilles étaient d'ailleurs en bon état, et l'on n'y voyait pas de traces de glissement ; le renversement des boulons n'avait été, dans le cas présent, que la conséquence naturelle de la rupture du couvercle.

Accident du 27 avril 1892, dans une filature de ramie, à Entraigues (Vaucluse). — Un trait assez remarquable distingue cet accident : il se compose non point d'une, mais de deux explosions presque simultanées, projetant les couvercles de deux récipients analogues qui fonctionnaient l'un près de l'autre. Ces récipients, contenant le mélange aqueux des matières à élaborer, étaient chauffés jusqu'à une pression de vapeur voisine de 3 kilogrammes par centimètre carré, non directement par injection de vapeur, mais par la chaleur d'un serpentín couché au fond de chaque cuve et communiquant seul avec les générateurs. Le plus grand des deux appareils, de 1^m,50 de diamètre (capacité, 2^m3,5), avait sa cuve faite en tôle de fer de 9 millimètres d'épaisseur et cerclée à sa partie supérieure par une collerette de même métal, à profil de cornière ; sur cette collerette était fixé un cercle de fer formant surépaisseur au bord, de manière à laisser entre lui et la tôle de la cuve, comme la *fig.* 3 le montre, une gorge de 8 millimètres de profondeur et 28 millimètres de large, destinée à loger un joint en caoutchouc. Le couvercle était formé aussi d'une tôle de fer de 9 millimètres ; cette tôle était emboutie

dans sa partie centrale sous la forme d'une calotte sphérique de 3^m,5 de rayon, courbure insuffisante qui ne correspondait qu'à une flèche de 0^m,08; de plus, son pourtour était plan et simplement renforcé par un cercle en fer de 20 millimètres d'épaisseur et 60 millimètres de largeur. Ce couvercle était assujéti par quatorze boulons à charnière : pour donner prise à leurs écrous, des pattes à encoche, en nombre égal, étaient fixées, chacune par trois rivets, sur la tôle du couvercle et sur son cercle de renforcement, comme le montrent les croquis *fig. 4* et 5. Les boulons à charnière mesuraient 25 millimètres de diamètre au fond des filets; leurs axes, lorsqu'ils étaient verticaux, se trouvaient à 20 millimètres en dehors du bord de la collerette et du couvercle, et leurs écrous, munis d'oreilles, avaient à

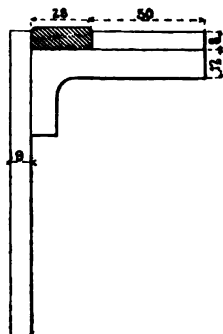


FIG. 3.



FIG. 4.

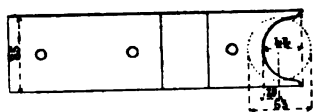


FIG. 5.

leur base un diamètre de 53 millimètres, de sorte que la position relative de l'écrou et de la patte à encoche était normalement celle que représente d'une manière approximative la *fig. 5*.

On voit, d'une part, que ce couvercle, d'une forme dépourvue de stabilité, était loin d'être suffisamment armé pour présenter la rigidité voulue; d'autre part, que l'appui des écrous ne présentait aucune garantie. Il suffisait

d'une rupture d'un des côtés d'une encoche pour compromettre l'attache, d'un glissement de peu d'amplitude pour faire échapper l'écrou; et rien ne s'opposait à ce glissement, sinon un frottement qui pouvait être surmonté par un déversement résultant d'un commencement de déformation du couvercle ou d'un fléchissement de la patte.

Or précisément les pattes n'étaient pas assez solides ni le couvercle capable de résister sans danger d'avarie aux efforts de flexion que ces pattes exerçaient sur lui. C'est ce que les faits avaient prouvé dès avant l'accident. Bien que l'appareil datât seulement de 1888, cinq pattes avaient déjà dû être remplacées, s'étant brisées en travers; et une contre-pièce de $0^m,12 \times 0^m,37$, indiquée en pointillé sur la *fig. 7*, avait été mise au couvercle à la suite d'une fissuration entre les rivets d'une patte. Les pattes neuves avaient leur face supérieure plane.

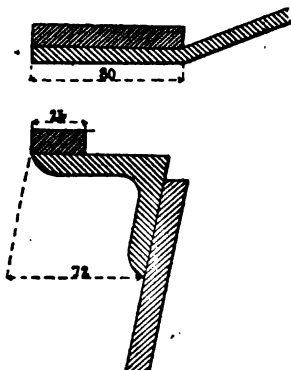


FIG. 6.

Quant au plus petit des deux récipients, son diamètre intérieur était $1^m,35$, et sa capacité $2^m,3$. La constitution en était analogue; toutefois l'emplacement du joint de caoutchouc, au sommet de la partie fixe, n'était pas limité par une saillie circulaire du côté de l'intérieur du vase, et la disposition, fort mauvaise, était celle représentée par

la *fig. 6*. Ce récipient, qui datait de 1884, n'avait subi aucune réparation jusqu'au jour de l'accident.

Il paraît qu'on venait de constater aux manomètres de ces appareils une pression de 2,75 kilogrammes par centimètre carré, conforme à la pratique ordinaire des opéra-

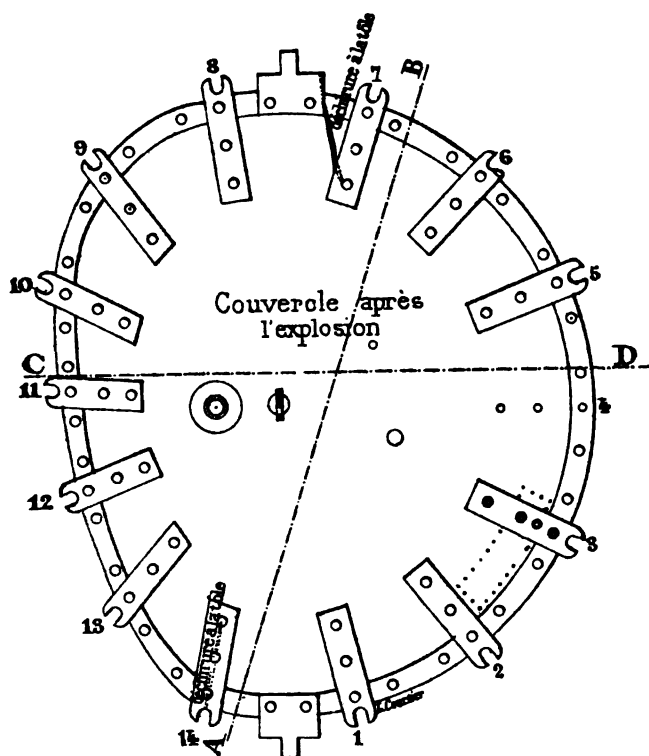


FIG. 7.

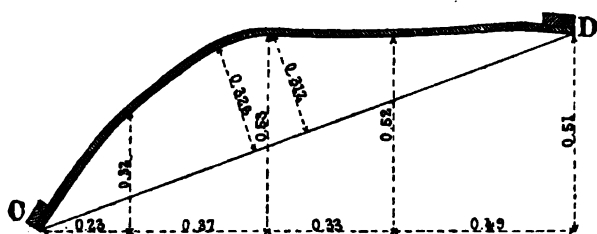


FIG. 8.

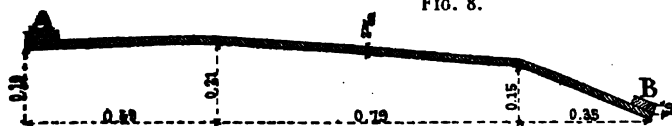


FIG. 9.

tions, quand la double explosion survint. Les deux couvercles furent retrouvés entièrement détachés des cuves; le plus grand était déformé comme l'indiquent les *fig. 7* à *9*, l'autre offrait une déformation analogue. Au pourtour des cuves pendaient tous les boulons, rabattus sans avarie. Sur le couvercle du plus grand récipient une patte s'était détachée par rupture des rivets, une autre avait été écornée; l'autre couvercle avait une patte écornée; mais les avaries de ces pattes écornées n'étaient pas assez grandes pour avoir suffi à faire lâcher leurs boulons. A l'évidence, les couvercles avaient échappé en se déformant, les pattes à encoche se dérochant sous les écrous pendant que ceux-ci étaient rejetés vers l'extérieur.

On pense que, pour le plus grand des appareils, ce phénomène final a été simplement la conséquence d'un commencement progressif de déformation, qui peu à peu avait dû amoindrir jusqu'à néant la stabilité des attaches. Sous l'action combinée des serrages d'écrous et de la pression de vapeur, il est naturel que les pattes aient pris un déversement de plus en plus accentué vers l'extérieur; au dernier moment de l'équilibre instable, le frottement des écrous sur les pattes est devenu insuffisant pour retenir le couvercle, et les boulons, réciproquement, ont été rejetés vers l'extérieur, d'autant plus facilement qu'ils ne portaient plus que de côté sur les pattes devenues obliques.

Quant au plus petit des deux récipients, il devait avoir, pour les mêmes raisons, la stabilité de sa fermeture déjà plus ou moins compromise, lorsque le grand a sauté. On suppose que c'est un désordre causé par la première explosion à son serpentín intérieur, dont un point manquait de solidité, qui a produit dans ce second récipient une élévation brusque de pression, suffisante, en l'état, pour le faire sauter à son tour.

deur à la partie supérieure du récipient ; des encoches ménagées dans le pourtour plan et dans l'aile horizontale de la cornière recevaient vingt-huit boulons à charnière, dont les écrous venaient faire appui sur les côtés des encoches. Le porte-à-faux, compté du milieu de l'épaisseur de l'aile verticale de cornière à l'axe du boulon, était de 62^{mm},5.

Il suffit de regarder la *fig.* 10 pour comprendre combien cette disposition était défectueuse. La ligne d'appui de l'aile verticale de la cornière sur la garniture du joint était comme faite à plaisir pour servir de charnière au mouvement de déversement du bord du couvercle, qui tendait à se produire sous l'action du serrage des boulons. Il n'y avait que le choix, comme effet final, entre une déformation assez accusée pour faire échapper les attaches, et une rupture du bord du couvercle dans la région de la circonférence correspondant aux boulons les plus fortement serrés. Comme la tôle de ce couvercle, à ce qu'il semble, n'était pas de bonne qualité et notamment était peu ductile, c'est la rupture du couvercle qui se produisit ; et il s'agit bien, ici, d'une conséquence régulière et naturelle de la constitution de l'appareil, car voici quel en avait été l'historique et quelles furent les constatations de détail faites après l'explosion.

Ce récipient datait de 1885. En 1890, « quelques fissures ayant été constatées dans le voisinage de la cornière de pourtour du couvercle (*), on a renforcé cette partie par une plaque supplémentaire de tôle posée à l'extérieur et rivée sur le couvercle ». Cette contre-plaque est marquée sur la *fig.* 11, entre les attaches 22 et 26. On remarquera l'analogie de sa forme avec celle de la partie A, qui se trouva arrachée du reste du couvercle lors de l'explosion d'avril 1893.

(*) Extrait du rapport dressé au sujet de l'accident par M. l'ingénieur des Mines Coste.

A la suite de cette explosion, le couvercle, dont la partie A était enlevée, ainsi que le tenon γ , avait pris la forme représentée par les *fig.* 12 et 13. M. Coste a cons-

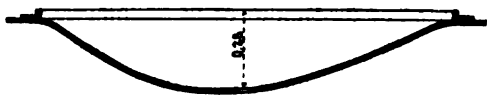


FIG. 12. — Coupe XY.

FIG. 13. — Coupe RS.

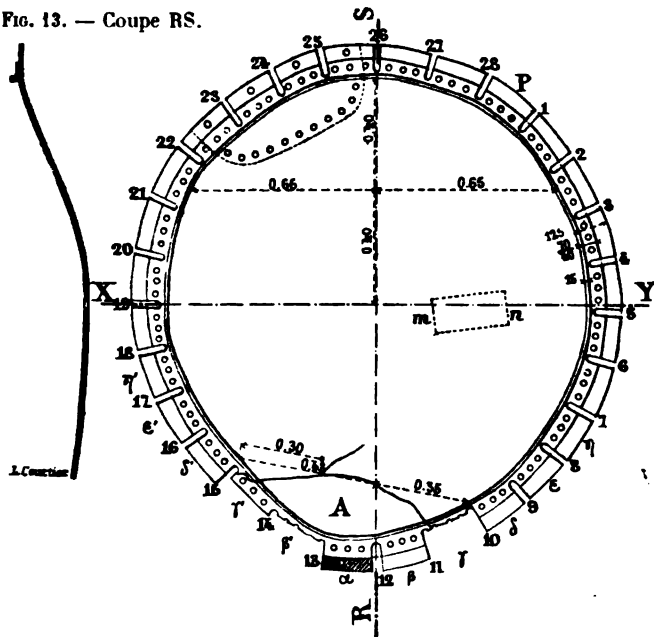


FIG. 41.

taté que la cornière était fortement corrodée dans tout son ensemble, et que la tôle du couvercle présentait, sur sa face intérieure, un sillon de corrosion le long de sa jonction avec la cornière. « En dehors de ces corrosions, écrit-il, on voyait en divers points des commencements de fissures fort nettes. La cassure de la partie arrachée de

la tôle paraissait en divers points fort ancienne. J'ai fait dériver la cornière (voir *fig. 11*) à droite et à gauche de la cassure sur une certaine longueur pour pouvoir examiner ces fissures plus aisément; elles étaient très nettes pour le tenon η , et un simple coup de marteau à frapper les a fait aussitôt ouvrir largement. Elles étaient moins importantes pour le tenon α . Elles étaient aussi fort nettes en face de η' , mais se trouvaient ici surtout dans la ligne de rivure. Ces fissures paraissent absolument du même ordre que celles qui ont motivé la réparation du couvercle (en 1890). Il est d'ailleurs tout naturel qu'elles se soient produites en ce point, car le couvercle doit nettement se déformer le long de la ligne du joint avec la cornière chaque fois que l'on met l'appareil en pression (*). Dans toute cette région la tôle paraissait d'ailleurs fort altérée. Elle cassait en certains points facilement au choc. Pendant l'enlèvement de la cornière, le tenon δ s'est cassé le long de la ligne de rivure, et il en a été de même pour le tenon δ' au premier coup de marteau. Enfin le tenon α s'était cassé net au moment de l'explosion. »

L'avis émis sur cet accident par la Commission centrale des Machines à vapeur porte que l'explosion doit être avant tout rapportée à la constitution défectueuse et au mauvais état du couvercle qui, sous la pression de la vapeur, s'est déformé, brisé, et a fait lâcher prise à ses boulons à charnière. « Il est possible, ajoute l'avis, que la pression ait été plus forte que de coutume ou que les boulons aient été mal en prise, mais ces hypothèses ne sont pas nécessaires pour expliquer l'accident. »

Accident du 14 décembre 1893, à Grésy-sur-Isère (Savoie).
— Le récipient qui a sauté le 14 décembre 1893 à Grésy-

(*) Et chaque fois que l'on met les boulons en serrage.

sur-Isère était un vase de distillerie locomobile. La distillerie, montée tout entière sur un chariot, comprenait une chaudière à vapeur timbrée à 4 kilogrammes par centimètre carré et trois vases à distiller timbrés à 1. Ces récipients pouvaient recevoir chacun directement la vapeur de la chaudière au moyen d'un tuyau de 25 millimètres de diamètre, muni d'un robinet, et ils avaient entre eux des communications que l'on pouvait ouvrir ou fermer à volonté, de manière qu'on pût soit les faire fonctionner isolément, soit les grouper en série. Pareil ensemble prête facilement au danger d'une surpression dans les récipients, soit que l'on commette une fausse manœuvre dans l'arrangement des robinets d'évacuation, soit surtout que les grilles disposées sur les tuyaux abducteurs de vapeur viennent à s'obstruer par les marcs, incident auquel il faut s'attendre. Mais les témoins disent que, lors de l'accident qui nous occupe, la pression à la chaudière n'était que 1,5 kilogramme par centimètre carré, et qu'il n'y a eu soulèvement d'aucune des trois soupapes placées sur les couvercles des récipients, qui se trouvaient en communication les uns avec les autres.

Ce qui est certain, c'est que la constitution de ces couvercles était foncièrement vicieuse. Il suffit, pour s'en convaincre, d'un coup d'œil jeté sur les *fig.* 14, 15 et 16. Le récipient, d'une capacité de 380 litres, mesurait, à sa partie supérieure, 0^m,65 de diamètre; le couvercle était fait d'une tôle de cuivre de 2 millimètres d'épaisseur, bombée sous une flèche de 3 centimètres seulement et rivée à son pourtour, au moyen de rivets en cuivre de 10 millimètres de diamètre, sur une couronne en fonte dont la *fig.* 16 donne la section à grande échelle. Cette couronne, non seulement était en fonte, mais avait un profil absolument défectueux; elle était affaiblie par une gorge circulaire de 10 millimètres de profondeur et 20 de largeur, contre-partie d'une nervure portée par la colle-

résistance du couvercle que sa couronne portât la nervure saillante et que la contre-partie concave appartint à la collerette fixe. Mais ce n'est pas tout. Cette gorge circulaire était à arêtes vives; tout le profil de la couronne était anguleux, contourné, et tout à fait impropre à l'obten-

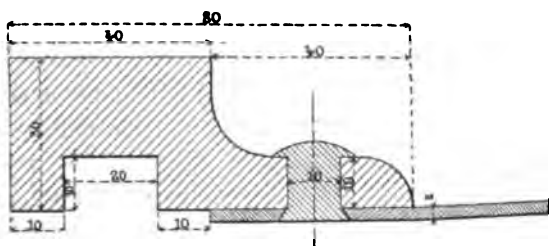


FIG. 16.

FIG. 17. — Coupe suivant MN de la fig. 15.

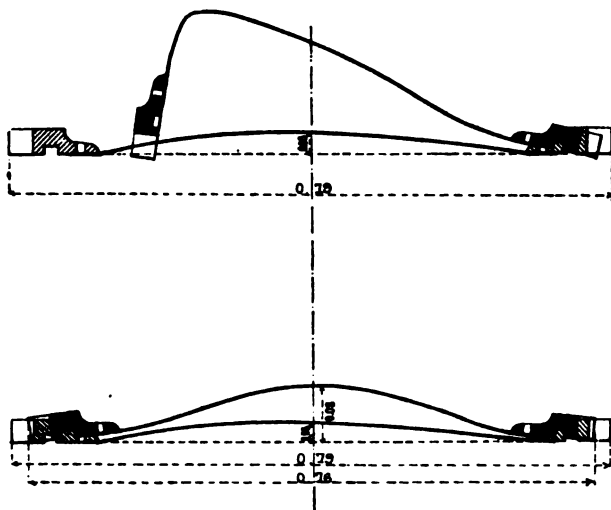


FIG. 18. — Coupe suivant XY de la fig. 15.

tion d'une pièce de fonte saine et résistante. On faisait travailler cette pièce par flexion, car les boulons à char-

nière agissaient sur des tenons à encoche qui faisaient saillie au pourtour de la couronne, comme le montrent les *fig. 14 et 15*. Enfin le nombre de ces attaches était absolument insuffisant. Elles étaient au nombre de quatre seulement, de sorte qu'il suffisait que l'une vint à manquer pour que le couvercle cessât d'être maintenu sur la moitié de son pourtour, et leur distance en ligne droite n'était pas moindre de 0^m,50.

De pareils couvercles étaient fatalement destinés à sauter. La construction de cette distillerie datait de septembre 1893; l'accident est survenu moins de trois mois après sa mise en service. Pendant que le système fonctionnait, une fuite se déclara entre deux boulons du couvercle sur le récipient du milieu. L'ouvrier chargé de conduire l'appareil n'eut rien de plus pressé que de chercher à resserrer les écrous de ces boulons. La tentative qu'il en fit lui montra que le serrage était complet; à peine se retirait-il que le couvercle, se détachant brusquement, fut projeté en l'air.

Ce couvercle était, après l'accident, déformé comme l'indiquent les coupes MN et XY, *fig. 17 et 18*; sa couronne était rompue en quatre points situés, ainsi que la *fig. 15* le montre, à peu près au milieu des intervalles des quatre attaches, c'est-à-dire aux points théoriques où cette couronne devait casser.

Accidents des 22 octobre et 24 novembre 1894, à Issoudun et à Sainte-Lizaigne (Indre). — Il convient de rapprocher de l'explosion précédente les deux accidents successifs auxquels donna lieu, dans l'Indre, les 22 octobre et 24 novembre 1894, l'emploi d'une distillerie locomobile analogue. Celle-ci, absolument neuve, était à son cinquième jour de fonctionnement, quand le couvercle d'un de ses vases sauta pour la première fois. Sa chaudière était timbrée à 6 kilogrammes par centimètre carré; chacun des trois

vases à distiller, de 0^m,55 de diamètre, avait son couvercle formé d'une feuille de cuivre de 1^{mm},25 d'épaisseur, emboutie en forme de calotte sous une flèche de 0^m,07 et cerclée d'une couronne qui était en fonte et qui n'avait que 19 millimètres d'épaisseur. Cette couronne, comme celle qui s'était brisée à Grésy-sur-Isère, portait des projections extérieures formant oreilles saillantes pour l'action en porte-à-faux des boulons à charnière, et ces attaches défectueuses n'étaient qu'au nombre de quatre.

Par surcroît, le constructeur n'avait pas eu la précaution, prise par celui de l'autre appareil, de munir les récipients de soupapes de sûreté, et il ne les avait pas même présentés à l'épreuve réglementaire. Rien ne justifiait ces omissions. Lorsqu'une distillation était en train dans des conditions normales, les récipients communiquaient directement ou indirectement avec un tuyau abducteur qui conduisait la vapeur alcoolique à un rectificateur suivi d'un serpentin d'où l'alcool devait sortir liquide; mais, tout d'abord, en raison de l'étroitesse des tuyaux par où la vapeur alcoolique sortait des récipients, il n'est nullement prouvé qu'il n'existât alors aucune pression effective notable dans le système, au moins à l'amont quand les vases fonctionnaient en série. Puis ces tuyaux étaient pourvus chacun d'un robinet à main qu'aucune disposition matérielle n'empêchait de fermer intempestivement, si même on ne le fermait pas de propos délibéré à certains moments des opérations. Enfin, et c'est apparemment ce qui, en pratique, était le plus à craindre, l'origine de chacun de ces tuyaux dans le vase correspondant, munie d'une grille à trous de 3 millimètres pour arrêter le marc entraîné, devait être fortement exposée à se trouver bouchée par ce marc.

En fait, dès que l'appareil fut mis en service, il suffisait que la pression à la chaudière fût de 2,5 kilogrammes par centimètre carré pour produire de nombreuses fuites aux

creusé d'une rainure circulaire, recevant le cercle en caoutchouc destiné à faire joint, et ayant comme contrepartie une nervure saillante sur la collerette du cylindre.

FIG. 20.

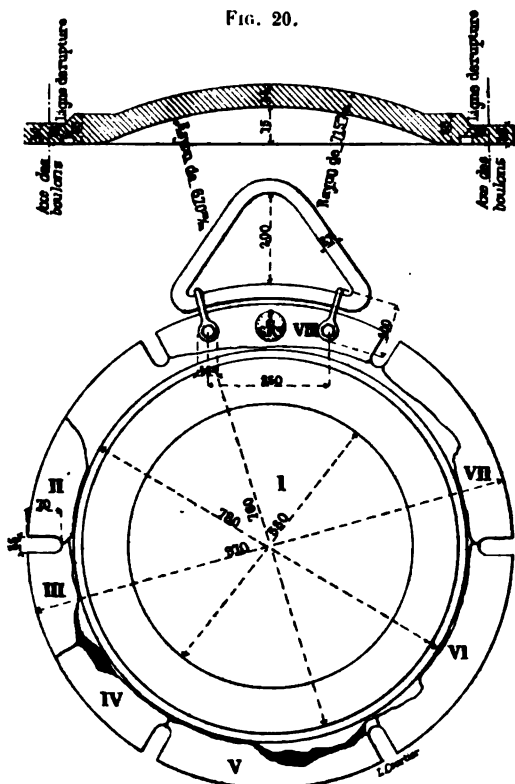


FIG. 21.

L'assemblage était maintenu par 6 boulons à charnière seulement, distants d'axe en axe de $0^m,425$, engagés dans des encoches de la périphérie du couvercle, et agissant avec un porte-à-faux qui, mesuré du milieu de la gorge à l'axe des boulons, était de $42^{mm},5$.

La fonte travaillait ainsi au pourtour du couvercle

dans des conditions anormales ; il y avait effort de flexion sur cette fonte, et les attaches étaient beaucoup trop peu nombreuses et trop espacées, surtout eu égard au chiffre du timbre. De plus, si l'on examine dans le détail la forme donnée à la pièce, on voit qu'elle était profilée comme tout exprès pour en préparer la rupture. Le couvercle était bombé au centre, sous 0^m,075 de flèche, et plat au pourtour. L'épaisseur de sa partie bombée était de 45 millimètres au pôle, sur l'axe du cylindre, et 60 millimètres à l'origine du bord plat. Mais, brusquement, le long de la circonférence correspondant à la naissance de ce dernier, l'épaisseur était réduite de 60 à 20 millimètres, parce que, d'une part, l'épaisseur générale du bord plat n'était que de 40 millimètres, et, d'autre part, ce bord était creusé sur sa face inférieure par la gorge circulaire, de 20 millimètres de profondeur et 25 millimètres de large, destinée à recevoir l'anneau de caoutchouc. Par surcroît, les variations de profil avaient toutes lieu par angles vifs. Ainsi il y avait comme une ligne de rupture toute préparée, précisément à l'endroit où le bord aurait eu besoin du maximum de résistance : c'était en effet la section ainsi réduite qui servait d'encastrement à la partie sur laquelle les boulons d'attache agissaient en porte-à-faux. L'épaisseur de 60 millimètres, donnée à la fonte immédiatement en deçà de cette section, rendait l'encastrement d'autant plus rigide et localisait rigoureusement les flexions à l'endroit dangereux.

Ce couvercle devait finir par casser le long de sa ligne faible, et c'est bien ce qui est arrivé : la *fig.* 21. donnant les lignes de brisure, le montre nettement. Dans le sens radial, les fragments étaient pour la plupart limités par des encoches, de sorte que, d'une façon générale, la fragmentation de la pièce s'est faite comme on pouvait le prévoir *a priori*.

Accident du 28 janvier 1897, dans une fabrique d'engrais, à Boesse (Deux-Sèvres). — Nous venons de voir un obturateur de fonte qui part parce qu'il se brise ; nous allons en voir un qui se détache violemment, parce qu'un boulon à charnière s'écarte vers l'extérieur et lâche prise.

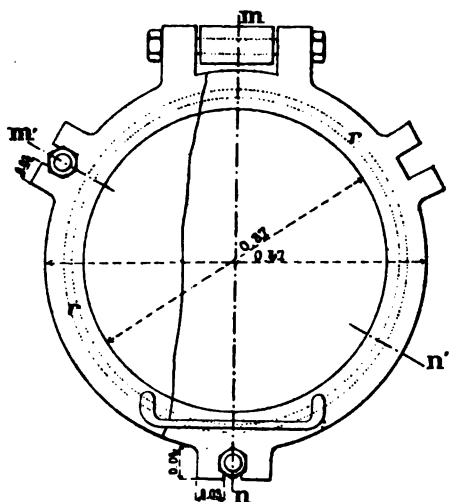
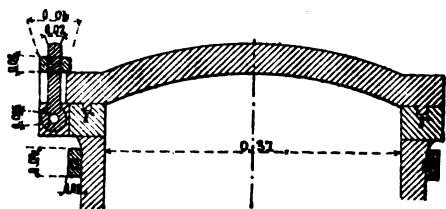


FIG. 22.

FIG. 23. — Coupe suivant $m'n'$.

L'appareil qui a donné lieu à ce dernier accident est un grand récipient cylindrique à axe vertical, pourvu d'une soupape réglée pour la pression de 3 kilogrammes par centimètre carré, et mesurant 0^m,90 de diamètre et 2^m,40 de hauteur ; mais l'ouverture fermée par l'obturateur qui

s'est détaché était celle d'une simple tubulure de 0^m.37 de diamètre intérieur, greffée sur la paroi cylindrique au bas de l'appareil. Le récipient servait à cuire les viandes par la vapeur afin d'en extraire les graisses, et cette tubulure était affectée à la sortie des résidus.

Son système de fermeture était rudimentaire et critiquable. Il consistait en un tampon de fonte (*fig. 22 et 23*), appliqué extérieurement et retenu au moyen de boulons à charnière. Ces boulons n'étaient qu'au nombre de trois, nombre absolument insuffisant, si petit que soit le diamètre d'un obturateur; car, dans un assemblage de ce genre, il faut toujours prévoir qu'une des attaches puisse venir à manquer, et ce ne sont pas deux boulons à charnière, placés à 120° l'un de l'autre le long de la circonférence, qui peuvent suffire à maintenir un couvercle (*). En outre, bien que la tubulure ne fût pas très ancienne (elle avait été établie en 1894), sa partie inférieure était en mauvais état; à l'endroit de l'attache du bas, comme le montre la *fig. 24*, les oreilles primitives

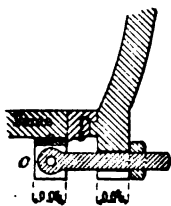


FIG. 24. — Coupe de la partie inférieure suivant *mn*.

de la partie fixe avaient été arrachées et le gueulard entamé jusqu'au point *i* par la cassure, de sorte qu'il avait fallu, pour donner un point d'attache au boulon, cercler la tubulure d'un cercle en fer *cc* (*fig. 23 et 24*) portant en *o* une nouvelle paire d'oreilles, sur laquelle on avait articulé un boulon plus long que les deux autres. Il est probable que cette avarie avait eu pour cause l'excès des serrages que l'on donnait à l'attache du bas pour assurer l'étanchéité.

Mais, à la suite de la réparation que nous venons de décrire, cette étanchéité ne pouvait que devenir plus dif-

(*) Le nombre de quatre attaches est lui-même insuffisant pour une raison analogue (Cf. p. 566).

ficile à obtenir, puisque la cassure subsistant en *i* entamait le gueulard jusqu'à la rainure *r* du joint. Toujours est-il que, le 28 janvier, comme cette partie fuyait et laissait échapper du suif, un ouvrier se mit, paraît-il, en position pour resserrer l'écrou du boulon du bas, tandis qu'un autre s'en fut rapidement pour chercher un seau afin de recueillir le suif. Ce second ouvrier avait à peine parcouru 6 ou 7 mètres, lorsqu'il entendit une forte détonation, et le local s'emplit de vapeur. Le couvercle s'était violemment ouvert en brisant une oreille à chacune de ses attaches du haut, puis se fendant en deux morceaux dans son choc contre la paroi de la maçonnerie qui entourait le récipient, mais sans qu'il y eût d'avarie à l'attache du bas, dont les oreilles étaient intactes et dont le boulon s'était simplement rabattu autour de sa charnière.

L'homme qui se trouvait devant l'appareil avait été tué sur le coup. On peut supposer que c'est pendant qu'il cherchait à resserrer l'écrou du bas, que celui-ci a glissé sur les oreilles du couvercle et a inopinément lâché prise.

Il est du devoir des patrons d'interdire à leurs ouvriers de jamais resserrer les joints au cours du fonctionnement des appareils; mais, en pratique, cette interdiction est rarement faite; plus rarement encore les contremaîtres ou autres préposés tiennent-ils la main à son observation. Il faut reconnaître qu'un ouvrier qui voit un joint fuir est fortement tenté de le serrer, et que c'est en le serrant, pourvu qu'il ne survienne pas d'accident, qu'il s'acquittera le plus heureusement de sa mission et satisfera le mieux ses chefs. Il est très sage, de la part des théoriciens, de déclarer imprudente la pratique de resserrer les joints à chaud; il s'imposerait à la conscience et à l'intérêt bien entendu des patrons, des contremaîtres, des chefs-ouvriers, de s'y opposer plus sincèrement que la plupart ne le font, et avec une sévérité salutaire. Mais, en fait, on

doit s'attendre à voir cette pratique durer, et il faut en tenir compte dans la construction des pièces et la disposition des assemblages.

Ici c'est la constitution défectueuse de la fermeture qui caractérise essentiellement l'accident. Il suffit de regarder les *fig.* 22 et 24 pour comprendre combien était grand le risque d'un glissement de l'écrou sur les oreilles avec lesquelles il était en prise. Il n'y avait que le frottement comme obstacle à ce glissement. Faire reposer la tenue d'un assemblage, d'où dépend la vie des hommes, sur un frottement chargé de s'opposer seul à un glissement, alors qu'il suffit que ce glissement soit de minime amplitude pour qu'une catastrophe s'ensuive, cela ne mérite-t-il pas une appréciation sévère ?

Le coefficient de frottement a pu, dans l'espèce, être d'autant plus faible que les surfaces en regard pouvaient se trouver lubrifiées par les matières grasses que l'on retirait périodiquement par le gueulard ou qui s'en échappaient quand le joint fuyait. D'autre part, nous ne savons pas au juste, d'une manière certaine, quelle était la forme de ces surfaces en regard. D'une manière générale, les oreilles de fonte comme celles-ci s'usent, elles s'arrondissent vers leurs pointes, sous l'action répétée des frottements et des chocs exercés sur elles par les boulons, lors des fermetures et des ouvertures du couvercle ; cette usure est d'autant plus accentuée que les manœuvres sont faites d'une manière plus brutale, en frappant par exemple sur les boulons pour les faire tourner autour de leur charnière, leur faire lâcher prise ou les remettre en place, alors que les écrous ne sont pas suffisamment dévissés. De leur côté, les écrous peuvent aussi éprouver une usure par action réciproque. Ces modifications des surfaces tendent nécessairement toutes à rendre instable l'équilibre du boulon. L'un des rédacteurs de la présente étude se souvient d'avoir vu, dans une

fonderie de graisses des environs de Paris, des récipients analogues à celui de Boesse, dont les tampons de fermeture, faits en fonte comme celui qui nous occupe, et assujettis de même par des boulons à charnière qu'aucune disposition spéciale ne fixait en place, avaient des oreilles dont les surfaces, émoussées vers leurs angles, donnaient à simple vue l'impression du danger de glissement des écrous.

Exemples de dispositions recommandables. — Construction des couvercles. — Moyens d'empêcher le glissement des écrous des boulons à charnière. — Comme contre-partie de toutes ces dispositions mauvaises, à quelles conditions doit satisfaire une fermeture par boulons à charnière ? Ainsi que nous l'avons dit, il est des cas où ce mode de fermeture ne doit pas être employé ; nous ne ferons donc pas à la question une réponse générale ; mais prenons comme exemple une classe d'appareils dont il est nécessaire que les ouvertures et fermetures soient rapides et pour lesquels, moyennant une construction appropriée et des précautions convenables, le système paraît pouvoir être conservé sans danger : ce sont les étuves à désinfection. Il s'agit de récipients timbrés à basse pression, 1 kilogramme environ, mais dont le diamètre est souvent voisin de 1 mètre ou 1^m,50.

Pour que le couvercle d'un semblable appareil ne cause pas d'accident, quatre conditions principales sont à réaliser : que le couvercle ne se brise pas, qu'il ne se déforme pas, que les boulons ne lâchent pas prise par glissement des écrous, enfin que ces boulons ne cassent point.

Que le couvercle ne se brise pas. A cet effet il convient d'abord de proscrire l'emploi de la fonte. Si l'on a à cercler un couvercle à sa périphérie, ou à l'armaturer d'une façon quelconque, il faut que le cercle ou les

armatures soient en fer ou en acier, avec les formes et les dispositions nécessaires pour ne pas imposer au métal d'efforts anormaux, même sous l'action des serrages les plus énergiques des attaches. La tôle du couvercle, de son côté, doit être une tôle en fer ou en acier doux, d'une qualité supérieure, ductile en même temps que résistante.

La solidité du couvercle doit être telle que non seulement on n'ait pas à craindre sa rupture, mais qu'il ne se déforme pas. Cette expression, naturellement, ne peut pas être rigoureuse. Il y aura nécessairement, sous l'action des serrages du joint et des variations de la pression intérieure, des déformations élastiques ; mais il faut que la pièce ait toute la rigidité pratiquement réalisable, non seulement pour éviter la fatigue du métal qui résulterait directement des mouvements de soufflet ou autres flexions, mais parce que des déformations un tant soit peu notables amèneraient des fuites au joint, et les ouvriers seraient inévitablement conduits à des serrages exagérés, exposant les pièces à des fissurations et à des ruptures.

Il faut donc que le couvercle soit extrêmement rigide, et, à cet effet, il doit être formé d'une tôle épaisse, emboutie suivant un profil méridien qui lui assure une forme très stable, quelles que soient les variations de pression à prévoir et les actions exercées sur le contour. Si cette stabilité n'était pas suffisante par elle-même, il faudrait la compléter par l'addition d'armatures judicieusement disposées. Mais la question des armatures est toujours délicate, et le mieux est de se passer de leur secours ou tout au moins de n'y chercher qu'un supplément surabondant de garantie. C'est pourquoi il convient décidément de renoncer à la forme de couvercle dont la tôle, bombée dans la partie centrale, reste plane à son pourtour. Cette forme n'est pas stable par elle-

même; elle ne peut aller sans une armature périphérique et cette armature travaille dans de mauvaises conditions, subissant des efforts de flexion et tendant à se déverser sous l'action des serrages d'écrous et de la pression de vapeur. La tôle elle-même présente, à la jonction de la partie bombée et du bord plat, une inflexion qui crée une zone de fatigue.

D'une manière générale, tout profil méridien qui vient rencontrer sous un angle les génératrices de la cuve cylindrique ne donne pas une forme aussi stable qu'il convient, parce que les accroissements de la pression tendent à ouvrir cet angle (*). La tôle qui constitue le couvercle doit, par conséquent, être emboutie suivant un

(*) On a dit, et pensé démontrer, que si l'on donne à un réservoir la forme d'un cylindre à base circulaire terminé par deux calottes sphériques dont le rayon soit égal au diamètre du cylindre, ce réservoir, supposé formé d'une matière homogène, isotrope, et de même épaisseur partout, se dilaterait uniformément sous l'action d'une pression intérieure, de telle sorte que l'angle vif sous lequel chacune des calottes coupe le cylindre ne serait pas altéré par la dilatation. La raison que l'on en donne, c'est que dans la théorie de l'élasticité, un cylindre à base circulaire de longueur indéfinie et une sphère, constitués d'une même matière homogène, isotrope, de même épaisseur, et soumis à des pressions intérieures égales, ont même dilatation lorsque le rayon de la sphère est égal au diamètre du cylindre. C'est tirer de prémisses justes une conséquence exagérée. Les deux problèmes de Lamé, pour le cylindre et pour la sphère, supposent, pour le cylindre, qu'il soit indéfini en longueur, ou que, s'il est fini, il se termine à chaque bout par un fond n'exerçant sur lui que des réactions parallèles à l'axe, après comme avant la dilatation; pour la sphère, qu'elle soit complète, ou si l'on considère une calotte de cette sphère, que cette calotte subisse à son contour les mêmes réactions que celles qui seraient exercées par le reste de la sphère. Les conditions au contour, relatives au cylindre fini et à la calotte sphérique, pour rester cylindre et sphère après la dilatation, ne peuvent donc être réalisées dans le réservoir supposé: elles sont incompatibles entre elles. Du reste, si un pareil réservoir se dilatait uniformément, il en résulterait, en supposant égale à zéro la hauteur de sa partie cylindrique, qu'un réservoir lenticulaire formé de deux calottes sphériques égales, ayant pour rayon de courbure le diamètre de leur base commune, se dilaterait sous l'action d'une pression intérieure sans modifier l'angle de rencontre de ses deux moitiés: conséquence manifestement fausse. — C. W.

profil fortement bombé dans son ensemble, à courbure, sinon uniforme, du moins très progressive, et venant se terminer à sa périphérie suivant un cylindre dont les génératrices soient parallèles à l'axe du récipient. Cette amorce de cylindre, qui devra être de hauteur suffisante pour assurer complètement la rigidité du pourtour, formera le prolongement du cylindre même de la cuve, à une minime différence de diamètre près.

Il est assez usuel de donner à la tôle du couvercle une épaisseur légèrement supérieure à celle de la cuve (1 millimètre de plus), et de prendre pour rayon de courbure de la partie centrale du couvercle le diamètre de la cuve. C'est ce qui a été fait, par exemple, pour le couvercle représenté *fig.* 28. Il ne faut pas donner à la courbure de la partie centrale une valeur moindre, ni par conséquent au rayon de courbure une valeur plus grande que celle-là. D'autre part, il est essentiel que le raccordement de cette partie centrale avec l'amorce de la partie cylindrique se fasse suivant un profil à courbure très douce. Si l'on incurvait le bord du couvercle suivant un congé à faible rayon, d'abord il suffirait d'un défaut dans la matière ou dans le travail pour criquer le métal lors de l'emboutissage, puis en tout cas la pièce se trouverait soumise en service à des flexions localisées dans une zone trop restreinte, à des mouvements de soufflet qui pourraient produire dans cette zone, au bout d'un certain temps, de fines amorces de fissures.

Il ne faut donc pas craindre de donner de grands rayons de courbure à ces tracés de raccordement. Voici, par exemple (*fig.* 25 à 27), diverses formes adoptées par la Compagnie du Chemin de fer d'Orléans pour des fonds emboutis placés sur ses chaudières à vapeur ; la partie centrale de chacun de ces fonds est plane et évidée, parce qu'elle se trouve armaturée par un plateau qui sert d'embase aux soupapes de sûreté ; nous ne donnons ces

croquis qu'au point de vue du tracé des raccordements. Il est vrai qu'il s'agit d'appareils à vapeur fonctionnant sous des pressions plus élevées que les étuves à désinfec-

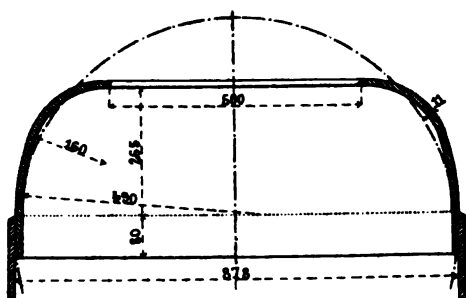


FIG. 25.

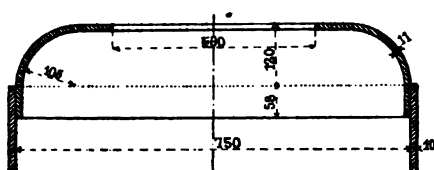


FIG. 26.

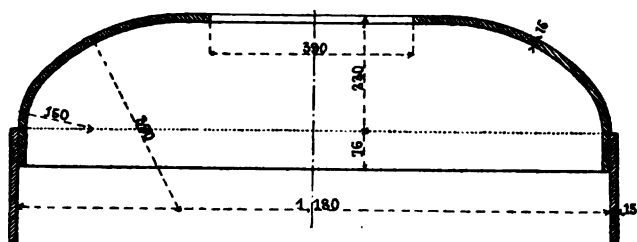


FIG. 27.

tion ou les appareils analogues (timbre de 10 kilogrammes dans le cas de la *fig. 26*); mais on a tout à gagner à employer des formes aussi stables que possible.

La valeur des courbures de raccordement admissibles sans imprudence dépend naturellement, d'ailleurs, du dia-

mètre et des dispositions générales du fond ; mais, en tout état de cause, on doit se rappeler que l'instruction ministérielle belge, pour l'exécution de l'arrêté royal du 28 mai 1884, considère un rayon de 5 centimètres comme une limite au-dessous de laquelle il convient de ne pas descendre.

Arrivons maintenant à la jonction du fond avec la cuve. Cette jonction doit avoir lieu suivant un mode qui ne tende pas à déformer le pourtour du couvercle. Dans la construction des étuves à désinfection ou des appareils analogues, deux procédés employés avec succès sont ceux représentés l'un par les *fig.* 28 et 30, l'autre par la *fig.* 29. Dans le premier cas le couvercle n'a aucune armature périphérique ; son bord vient s'appuyer par sa tranche sur la garniture, caoutchouc ou chanvre, qui occupe le fond d'une rainure assez profonde ménagée au pourtour de la cuve. Dans le cas de la *fig.* 29 c'est, au contraire, le couvercle qui porte à sa périphérie une armature de fer, formant à la fois couronne de raidissement et logement pour la garniture, et c'est la cuve qui se termine par une tranche vive propre à assurer l'étanchéité du joint.

Les écrous des boulons à charnière agissent, comme les dessins le montrent, sur des pattes à encoche de forme robuste, faites de fer ou d'acier, rivées au couvercle, sur lequel elles doivent porter par des surfaces étendues, en contribuant, pour une certaine part, à en raidir le pourtour et à y empêcher les mouvements de soufflet.

Il importe naturellement que l'action des boulons ne comporte qu'un porte-à-faux aussi réduit que possible par rapport à la circonférence du joint. Dans le cas de la *fig.* 28 ce porte-à-faux est de 41 millimètres comptés de l'axe du boulon au milieu de l'épaisseur de la tôle, et 10 millimètres seulement du bord de la surface d'appui

de l'écrou à l'arête extérieure du couvercle. Dans la fermeture représentée *fig. 30*, ces cotes sont réduites à 33^{mm},5 d'axe à milieu et 2^{mm},5 de bord à arête.

Plus le couvercle et ses pattes à encoche offriront

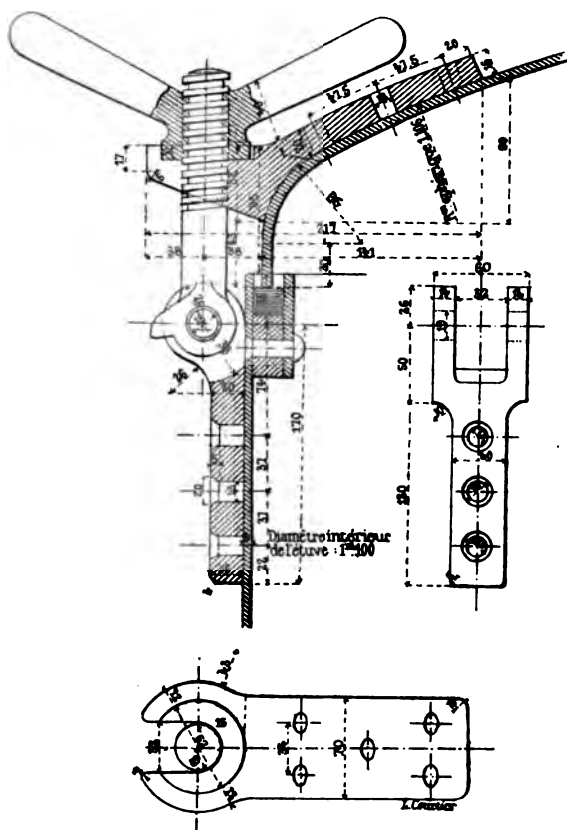


FIG. 28. — Fermeture d'étuve à désinfection (MM. Herscher et C^{ie}).

de rigidité, moins on aura à craindre que les boulons viennent à lâcher prise par glissement de leurs écrous. Cependant il est indispensable de rendre ce glissement impossible par un dispositif spécial, car il faut compter

soit avec l'usure de la surface supérieure des pattes et l'usure réciproque des écrous, soit avec un fléchissement des pattes, soit avec un bombement accidentel du couvercle résultant d'une surpression, soit enfin avec les négligences des ouvriers qui engageraient insuffisamment les boulons dans leurs encoches ou provoqueraient, par quelque manœuvre, le glissement des écrous. Il n'est pas permis, répétons-le, de faire dépendre la sécurité d'une simple résistance de frottement. Mais il est facile de lui en adjoindre une autre ; il suffit de faire en sorte que l'écrou, une fois en place et serré au contact de la patte, soit retenu par une butée qui l'empêche de s'écarter vers

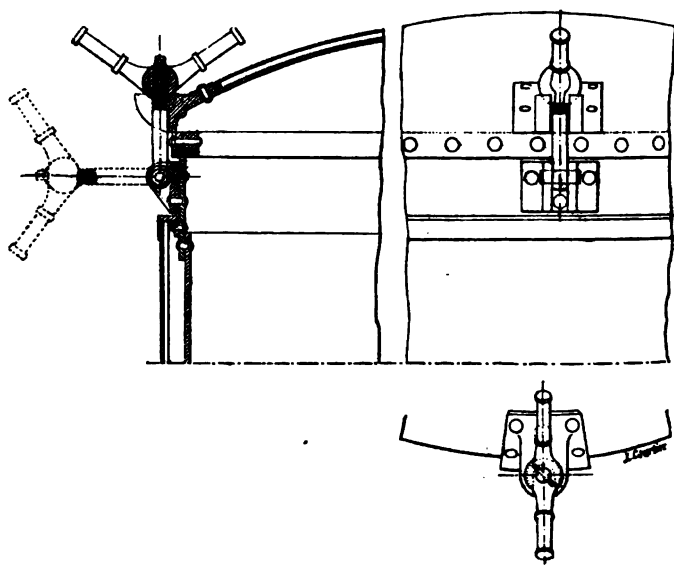


FIG. 29. — Fermeture d'étuve à désinfection (M. J. Le Blanc).

l'extérieur. Les *fig.* 28 à 30 indiquent les dispositions qui ont été adoptées, à cet effet, par trois constructeurs de Paris.

Dans le cas de la *fig.* 28 (étuve à désinfection de

MM. Herscher et C^{ie}), quand l'écrou est en place, appliqué contre la face supérieure de la patte, il se trouve entouré, à sa base, d'une saillie en forme de fer à cheval de 10 millimètres de hauteur et 12 millimètres de largeur ; l'ouverture du fer à cheval, égale à 32 millimètres, est suffisante pour le passage du corps du boulon, mais non de l'écrou. Pour que le renversement puisse se faire, il faut que l'écrou soit préalablement relevé, au-dessus de sa position de serrage, d'une quantité égale à ces 10 millimètres de saillie, au moins tant que le fer à cheval n'a point subi d'usure.

Dans le système représenté par la *fig. 29* (étuve à désinfection de M. J. Le Blanc), l'écrou est à noyau sphérique et la patte est évidée d'une cavité de même forme où vient se loger et se fixer ce noyau. Cette solution n'oppose pas, comme la précédente, au renversement du boulon, l'obstacle perpendiculaire d'un seuil vertical, mais celui des parois obliques d'un logement courbe. En soi, le seuil vertical est un obstacle plus franc ; mais par ailleurs l'inventeur signale, en faveur du second système, que le contact du noyau sphérique et de son logement resterait régulier et étendu même en cas d'un léger déversement de la patte.

Enfin, dans la disposition que la *fig. 30* représente, le déplacement de l'écrou, une fois qu'il est serré en place, est empêché par la butée de deux ergots placés à l'extrémité de la patte, de part et d'autre de l'ouverture destinée à laisser passer le corps du boulon ; ces ergots ont 10 millimètres de largeur, mais 5 millimètres seulement de saillie. On a donc à compter un peu plus tôt avec l'usure du dispositif de sécurité que dans le cas de la *fig. 28*.

Les exemples qui précèdent suffisent pour donner une idée des moyens qui peuvent être employés. Ces moyens sont simples. Ils empêchent les ouvriers négligents de n'engager les écrous dans leurs encoches que partielle-

ment ; quand l'écrou est serré, à moins d'une faute grossière, il est nécessairement à sa place et ne peut plus en sortir. Assurément, les boulons à charnière complétés

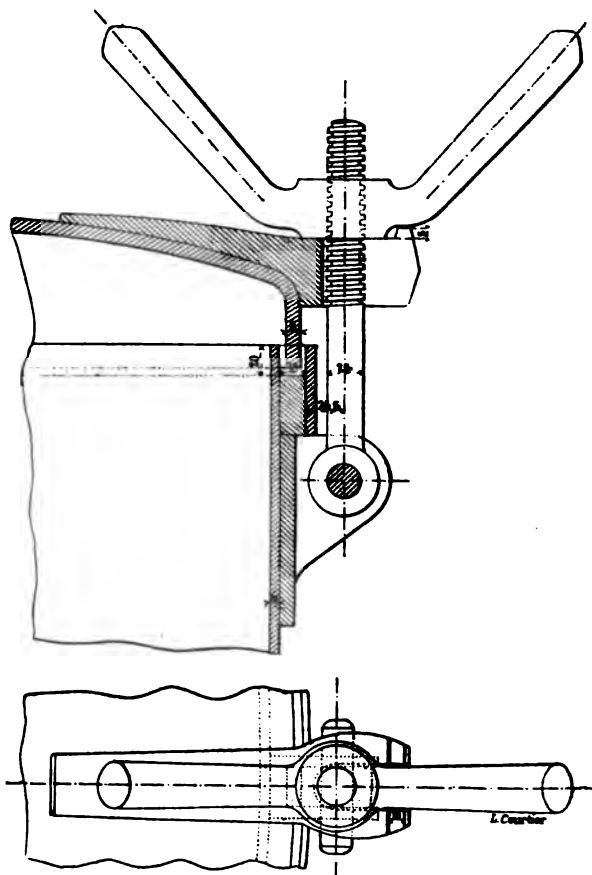


FIG. 30. — Fermeture de marmite de Papin pour conserves alimentaires (M. F. Dehaitre).

par un dispositif de ce genre ne procurent pas encore complètement les mêmes sécurités que des boulons ordinaires passés dans les trous de deux brides en regard,

en ce sens qu'ils n'encastrent pas le couvercle et que, si le couvercle se brise, ils n'en retiennent pas les fragments; mais du moins donnent-ils contre le danger d'échappement des obturateurs des garanties si évidentes en même temps que si faciles, qu'aucune fermeture par boulons à charnière ne doit plus aujourd'hui être employée sans l'un de ces dispositifs ou tout autre équivalent.

Nous avons dit que, comme quatrième condition, les attaches ne devaient pas pouvoir elles-mêmes se briser. Il faut donc toujours les faire de forme simple, et les boulons doivent être d'une grande résistance. Ce qui risque le plus de les fatiguer, c'est l'exagération des serrages. A cet égard, il y a pour un boulon un minimum absolu de section qui dépend de l'effort que l'ouvrier peut exercer sur lui, en raison de la longueur du bras de levier sur lequel il agit et du pas de la vis; le timbre du récipient, le nombre et l'espacement des attaches n'interviennent que pour déterminer la résistance additionnelle à donner au boulon en sus de ce minimum. Il ne faut pas que l'ouvrier puisse casser ou fissurer le boulon en serrant l'écrou.

Les ouvriers, quoi qu'on puisse et doive leur dire, ont une tendance naturelle et opiniâtre à augmenter le plus possible le bras de levier de leur action, afin de serrer davantage. Si les écrous sont à six pans, ils prennent de longues clefs ou des clefs rallongées; les écrous à oreilles sont donc à préférer. Mais, si les deux oreilles de chaque écrou sont des tiges rectilignes formant entre elles un angle trop ouvert, l'ouvrier est tenté de les coiffer de bouts de tubes en guise de rallonges. Si elles forment un angle trop aigu ou se redressent à leurs extrémités parallèlement à l'axe, il passe entre elles une barre transversale et dispose ainsi facilement d'un levier aussi long qu'il veut. L'inclinaison de ces oreilles, dans les figures ci-dessus et en particulier dans la *fig.* 30, a été, au dire du

constructeur, combinée en vue de se tenir le plus possible à l'abri de ces deux dangers.

Outre la modération indispensable des serrages, qui ne doivent d'ailleurs jamais être modifiés sur les appareils en pression, une précaution importante à enseigner aux ouvriers est d'opérer le serrage des différentes attaches d'un couvercle suivant un ordre méthodique ; il convient de serrer successivement, non les boulons voisins de proche en proche, mais des groupes de boulons symétriquement disposés, de manière à mettre le joint en serrage progressif sur toute la circonférence à la fois et à maintenir le couvercle toujours d'aplomb.

BULLETIN.

**STATISTIQUE DE L'INDUSTRIE MINÉRALE DE L'ALLEMAGNE
ET DU LUXEMBOURG EN 1895 ET EN 1896.**

	1895			1896 (*)		
	PRODUCTION	VALEUR sur place	PRIX moyen	PRODUCTION	VALEUR sur place	PRIX moyen
<i>Substances minérales.</i>	ton. métr.	francs	fr. c.	ton. métr.	francs	fr. c.
Combustibles minéraux. { Houille..	79.169.276	662.841.027	8,37	85.639.861	729.457.490	8,52
{ Lignite..	24.788.363	71.353.878	2,88	26.797.880	74.947.702	2,80
Minerais asphaltique.....	59.563	558.942	9,38	61.552	557.675	9,06
Étrole.....	17.051	1.183.810	69,65	20.395	1.461.869	71,68
Raphite.....	3.751	249.011	65,53	5.248	354.771	67,60
Minerais de fer.....	8.436.523	41.086.164	4,87	9.403.574	51.557.391	5,48
— de zinc.....	706.423	13.010.026	18,30	729.872	20.936.927	28,68
— de cuivre.....	633.354	18.917.210	29,87	717.306	20.857.664	29,07
— de plomb.....	161.614	15.915.718	98,49	154.600	15.218.615	98,40
— d'étain.....	154	74.767	485,50	88	28.933	328,78
— de mercure et d'antimoine.....	24	1.074	44,75	"	"	"
— de cobalt, nickel et bismuth.....	5.180	804.175	166,80	4.087	638.064	156,12
— d'urane et de wolfram.....	29	21.889	754,79	41	34.841	849,78
— de manganèse.....	41.327	612.707	14,83	45.062	591.160	13,12
— d'arsenic.....	3.546	173.731	48,99	3.691	231.043	62,60
— d'or et d'argent.....	10.845	2.101.072	194,57	18.487	2.935.292	158,77
Pyrite de fer.....	127.036	1.199.881	9,37	124.950	1.139.371	9,12
Minerais.....	1.212.336	21.354.378	17,61	1.303.319	21.731.259	16,67
Minerais de fer (Luxembourg).....	3.913.077	9.437.000	2,41	4.758.741	11.662.888	2,45
<i>Métaux.</i>						
Fonte.....	4.722.734	256.988.263	54,41	5.486.374	322.947.069	58,86
Acier et acier puddlés.....	1.020.951	142.014.360	139,09	1.132.525	175.493.741	154,96
Acier et acier fondus.....	3.943.938	505.056.339	128,06	4.796.226	648.738.347	135,26
Acier.....	150.286	51.213.066	340,74	153.100	57.942.866	378,46
Alumine.....	25.777	28.629.004	1.109,65	29.319	35.883.464	1.223,89
Plomb.....	111.058	27.401.819	246,64	113.792	30.789.836	270,58
Alumine.....	3.423	938.764	273,45	3.930	1.159.634	295,07
Alumine.....	884	1.310.155	1.482,08	459	667.813	1.454,93
Alumine.....	989	531.166	537,07	1.326	768.068	579,23
Alumine.....	1.143	5.466.485	4.870,07	1.391	6.717.426	4.829,20
Alumine.....	7	48.262	6.894,57	10	94.057	9.405,70
Alumine.....	3.014	1.020.487	339,58	2.637	1.089.273	413,07
Alumine.....	kilogr.			kilogr.		
Alumine.....	3.547	12.149.346	3.425,25	2.487	8.506.375	3.420,33
Alumine.....	391.979	42.316.074	107,95	428.429	47.812.560	111,60
Alumine.....	tonnes			tonnes		
Alumine (Luxembourg).....	694.814	31.656.795	45,56	808.898	40.792.217	50,43

(Extrait de la Statistik des Deutschen Reichs, Jahrgang 1897.)

*) Renseignements provisoires.

STATISTIQUE DE L'INDUSTRIE MINÉRALE DE LA BAVIÈRE EN 1896.

NATURE DES PRODUITS	QUANTITÉS	VALEUR	NOMBRE d'ouvriers
<i>1° Mines et Salines.</i>			
	tonnes	francs	
Houille.....	900.080	10.645.345	5.427
Lignite.....	35.934	167.907	264
Minerai de fer.....	161.279	821.309	719
— de manganèse.....	70	165	2
Pyrites.....	1.997	74.651	45
Graphite.....	3.751	253.060	—
Sel gemme.....	708	22.859	106
Sel extrait par dissolution.....	40.400	2.191.897	240
<i>2° Usines.</i>			
Fonte brute.....	79.621	4.536.582	451
Fer en barres.....	53.573	7.936.689	2.320
Acier.....	101.954	12.489.069	452

(Extrait de l'Oesterreichische Zeitschrift für Berg- und Hüttenwesen.)

LOIS, DÉCRETS ET ARRÊTÉS

CONCERNANT

LES MINES, CARRIÈRES, SOURCES D'EAUX MINÉRALES,
CHEMINS DE FER EN EXPLOITATION, ETC.

Décret du Président de la République, du 3 septembre 1897, portant institution de la concession des mines de plomb, zinc, argent et autres métaux connexes (fer excepté) d'HUELGOAT (Finistère).

(EXTRAIT.)

Art. 1^{er}. — Il est fait concession à la Société anonyme des mines de Malsidano des mines de plomb, zinc, argent et autres métaux connexes (le fer excepté), comprises dans les limites ci-après définies, communes d'Huelgoat, Plouyé et Locmaria, arrondissement de Châteaulin, département du Finistère.

Art. 2. — Cette concession, qui prendra le nom de *concession d'Huelgoat*, est limitée, conformément au plan annexé au présent décret, ainsi qu'il suit :

Au *nord*, par une ligne droite HAB, tracée du clocher du bourg d'Huelgoat (point H) au point B formé par l'angle nord-est de la maison appartenant à M. Cadioz (Jean) au hameau de Rumein et inscrite sous le n° 95 sur le plan cadastral de la commune de Locmaria, section B; cette ligne ne formant délimitation du périmètre que sur la longueur AB suivant définition du point A donné ci-dessous;

A l'*est*, par une ligne droite BC allant du point B précité au point C formé par l'angle sud-ouest de la maison de M^{me} Quignon (Marie), épouse de M. Henry, au hameau de Cozilis, maison inscrite sous le n° 107, au cadastre de la commune de Locmaria, section D;

Au *sud-est*, par une ligne droite CD, allant du point C précité au point D formé par l'angle sud-est de la maison appartenant à M. Pelloté (Joseph), au hameau de Queneck-Yaouanq, inscrite sous le n° 799 au cadastre de la commune de Plouyé, section D;

Au *sud-ouest*, par une ligne droite DE, allant du point D précité au point E formé par l'angle sud-ouest de la maison de M. Angès (Joseph), au hameau de Kerbriand, inscrite sous le n° 160 au plan cadastral de la commune de Plouyé, section B;

A l'*ouest*, par une ligne droite EAK, allant du point E précité au point K, angle nord-ouest du parapet du pont de la route nationale n° 164, sur la rivière d'Huelgoat, dit Pont-Rouge; le point A, intersection des deux lignes droites HAB et EAK formant sommet du périmètre délimitant la concession;

Lesdites limites renfermant une étendue de six kilomètres carrés, douze hectares (612 hectares).

Art. 3. — Il n'est rien préjugé au sujet des gîtes de tout minéral étranger au plomb, zinc, argent et autres métaux connexes (le fer excepté), qui peuvent exister dans l'étendue de la concession d'Huelgoat.

La concession de ces gîtes de minéral pourra être ultérieurement accordée, s'il y a lieu, dans les formes ordinaires, soit à la société concessionnaire des mines d'Huelgoat, soit à une autre personne.

Art. 4. — Les droits attribués aux propriétaires de la surface par les articles 6 et 42 de la loi du 21 avril 1810, modifiée par la loi du 27 juillet 1880, sur le produit des mines concédées, sont réglés à une rente annuelle de dix centimes (0 fr. 10) par hectare de terrain compris dans la concession.

Art. 5. — La société concessionnaire se conformera aux dispositions du cahier des charges annexé au présent décret, et qui est considéré comme en faisant partie essentielle.

Art. 6. — Si la société concessionnaire veut renoncer à la totalité ou à une partie de la concession, etc. (*).

Art. 7. — Le présent décret sera publié et affiché, aux frais de la société concessionnaire, dans les communes sur lesquelles s'étend la concession.

Art. 8. — Le ministre des travaux publics est chargé, etc.

(*) Conforme à l'article 6 du décret du 19 janvier 1897, instituant la concession de Tama (voir *suprà*, p. 7).

CAHIER DES CHARGES

DE LA CONCESSION D'HUELGOAT,

Conforme au cahier des charges de la concession de Tama (voir *suprà*, p. 10).

Art. 1^{er}. — *Délai d'abornement* : Six mois.

Art. 5. — *Distance réservée aux abords des cours d'eau* : 10 mètres.

Art. 6. — *Zone de protection des chemins de fer* : 10 mètres.

Décret du Président de la République, du 3 septembre 1897, déclarant d'utilité publique le chemin de fer reliant les mines de fer de MOULAINES et d'HERSERANGE aux usines de Mont-Saint-Martin et de Moulaine (Meurthe-et-Moselle).

Le Président de la République française,
Sur le rapport du ministre des travaux publics,

Vu la demande présentée, le 30 septembre 1896, par la Société des aciéries de Longwy, à l'effet d'obtenir la déclaration d'utilité publique du chemin de fer reliant les mines de fer de Moulaines et d'Herseange aux usines de Mont-Saint-Martin et de Moulaines ;

Vu les pièces présentées à l'appui de cette demande, et notamment le plan visé, le 14 avril 1897, par l'ingénieur en chef chargé de l'arrondissement minéralogique de Nancy ;

Vu le procès-verbal des conférences mixtes relatives à cette demande, et l'adhésion du représentant du département de la guerre ;

Vu les pièces de l'enquête d'utilité publique à laquelle a été soumise la demande sus-visée et notamment l'avis de la commission d'enquête du 5 décembre 1896 ;

Vu l'avis de la chambre de commerce de Nancy, du 27 novembre 1896 ;

Vu les rapports et avis des ingénieurs des mines des 7 avril, 12 mai, 11-15 juin 1897 ;

Vu l'avis du préfet de Meurthe-et-Moselle du 17 mai 1897 ;

Vu l'avis du conseil général des mines du 9 juillet 1897 ;

Vu le cahier des charges arrêté par le ministre des travaux publics le 3 septembre 1897 ;

Vu la loi du 21 avril 1810, sur les mines, modifiée par la loi du 27 juillet 1880, et notamment l'article 44 (*);

Vu la loi du 3 mai 1841 sur l'expropriation pour cause d'utilité publique et l'ordonnance réglementaire du 18 février 1834;

Vu les articles 20 et 22 de la loi du 11 juin 1880 (**);

Le conseil d'État entendu,

Décède :

Art. 1^{er}. — Est déclaré d'utilité publique le chemin de fer reliant les mines de fer de Moulaine et d'Herseange aux usines du Mont-Saint-Martin et de Moulaine.

La présente déclaration d'utilité publique sera considérée comme non avenue, si les expropriations nécessaires à l'établissement dudit chemin de fer ne sont pas accomplies dans le délai de dix-huit mois à partir du présent décret.

Art. 2. — La Société des aciéries de Longwy est autorisée à construire ce chemin de fer à ses frais, risques et périls, suivant le tracé indiqué au plan sus-visé, et conformément aux clauses et conditions du cahier des charges également ci-dessus visé.

Les susdits plan et cahier des charges resteront annexés au présent décret.

Art. 3. — Le ministre des travaux publics est chargé de l'exécution du présent décret, qui sera inséré au *Journal officiel* et au *Bulletin des Lois*.

Fait au Havre, le 3 septembre 1897.

FÉLIX FAURE.

Par le Président de la République :

Le Ministre des travaux publics,

TURREL.

CAHIER DES CHARGES.

TITRE I.

TRACÉ ET CONSTRUCTION.

Tracé.

Art. 1^{er}. — Le chemin de fer qui fait l'objet du présent cahier des charges est raccordé à Mont-Saint-Martin aux chemins de fer de l'Est.

(*) Volume de 1880, p. 239.

(**) Volume de 1881, p. 309.

Il traverse les usines de la Société des aciéries de Longwy, et aboutit d'abord au quai des mines d'Herseange, puis à celui des mines de Moulaine, et enfin aux usines du même nom. Il est établi conformément au projet d'ensemble présenté le 30 septembre 1896 par la Société des aciéries de Longwy.

Approbation des projets de détails.

Art. 2. — Aucun travail ne pourra être entrepris pour l'établissement du chemin de fer et de ses dépendances qu'avec l'autorisation de l'administration supérieure. A cet effet les projets de tous les travaux à exécuter seront dressés en double expédition et soumis à l'approbation du ministre, qui prescrira, s'il y a lieu, telles modifications que de droit. L'une de ces expéditions sera remise à la société avec le visa du ministre, l'autre demeurera aux archives de l'administration.

Avant comme pendant l'exécution, la société aura la faculté de proposer aux projets approuvés les modifications qu'elle jugerait utiles; mais ces modifications ne pourront être exécutées que moyennant l'approbation de l'administration supérieure.

Exécution des travaux.

Art. 3. — La société n'emploiera, dans l'exécution des ouvrages, que des matériaux de bonne qualité; elle sera tenue de se conformer à toutes les règles de l'art, de manière à obtenir une construction parfaitement solide.

Tous les aqueducs, ponceaux, ponts et viaducs à construire à la rencontre des divers cours d'eau et des chemins publics ou particuliers seront en maçonnerie ou en fer, sauf les cas d'exception qui pourraient être admis par l'administration.

Clôtures.

Art. 4. — Le chemin de fer sera séparé des propriétés riveraines par des murs, haies ou toute autre clôture, dont le mode et la disposition seront agréés par le préfet sous réserve de l'approbation ministérielle. La société pourra, en vertu des articles 20 et 22 de la loi du 11 juin 1880, être dispensée par le préfet, sous réserve de l'approbation ministérielle, de poser des clôtures sur tout ou partie de la voie, mais elle devra fournir des justifications spéciales pour être dispensée d'en établir :

- 1° Dans la traversée des lieux habités ;
- 2° Dans les parties contiguës à des chemins publics ;
- 3° Sur 10 mètres de longueur au moins de chaque côté des passages à niveau.

Barrières et maisons de gardes des passages à niveau.

Art. 5. — Sous réserve de l'approbation ministérielle, le préfet déter-

minera, sur la proposition de la société, les types des barrières qu'elle devra poser aux passages à niveau, ainsi que les abris ou maisons de gardes à établir.

Il peut dispenser d'établir des maisons de gardes, ou des abris, ou même de poser des barrières au croisement des chemins peu fréquentés.

Contrôle et surveillance des travaux.

Art. 6. — Les travaux seront exécutés sous le contrôle et la surveillance de l'administration.

Ils seront conduits de manière à nuire le moins possible à la liberté et à la sûreté de la circulation. Les chantiers ouverts sur le sol des voies publiques seront éclairés et gardés pendant la nuit.

Réception des travaux.

Art. 7. — Lorsque les travaux seront terminés, il sera procédé à la reconnaissance de ces travaux par un ou plusieurs commissaires que le ministre désignera. Sur le vu du procès-verbal de cette reconnaissance, le ministre autorisera, s'il y a lieu, la mise en circulation des trains sur la voie ferrée.

Bornage et plan cadastral.

Art. 8. — Immédiatement après l'achèvement des travaux et au plus tard six mois après la mise en exploitation de la ligne ou de chaque section, la société fera faire à ses frais un bornage contradictoire avec chaque propriétaire riverain, en présence d'un représentant de l'administration, ainsi qu'un plan cadastral du chemin de fer et de ses dépendances. Elle fera dresser également à ses frais et contradictoirement avec l'administration, un état descriptif de tous les ouvrages d'art qui auront été exécutés, ledit état accompagné d'un atlas contenant les dessins cotés de tous les ouvrages.

Une expédition dûment certifiée des procès-verbaux de bornage, du plan cadastral, de l'état descriptif et de l'atlas, sera dressée aux frais de la société et déposée aux archives de la préfecture.

Les terrains acquis par la société postérieurement au bornage général, en vue de satisfaire aux besoins de l'exploitation, et qui, par cela même, deviendront partie intégrante du chemin de fer, donneront lieu, au fur et à mesure de leur acquisition, à des bornages supplémentaires et seront ajoutés sur le plan cadastral; addition sera également faite sur l'atlas de tous les ouvrages d'art exécutés postérieurement à sa rédaction.

TITRE II.

ENTRETIEN ET EXPLOITATION.

Entretien.

Art. 9. — Le chemin de fer et toutes ses dépendances seront constamment entretenus en bon état, de manière que la circulation y soit toujours facile et sûre.

Si, par suite du défaut d'entretien ou pour toute autre raison, l'exploitation venait à présenter certains dangers, le ministre pourra interdire la circulation des trains jusqu'à ce que la ligne ait été remise en bon état et que toute cause de danger ait disparu.

Dans le cas où la facilité ou la sécurité de la circulation sur les voies publiques, ainsi que le libre écoulement des eaux viendraient à être compromis, le ministre pourra y pourvoir d'office aux frais de la société.

Le montant des avances faites sera recouvré au moyen de rôles que le préfet rendra exécutoires.

Gardiens.

Art. 10. — La société sera tenue d'établir à ses frais, partout où la nécessité en aura été reconnue par le préfet, des gardiens en nombre suffisant pour assurer la sécurité du passage des trains sur la voie et celle de la circulation sur les points où le chemin de fer traverse à niveau des routes ou chemins publics.

Mesures de sécurité.

Art. 11. — La société sera tenue de prendre toutes les mesures qui pourront lui être prescrites par le préfet, sous l'autorité du ministre, pour assurer la sécurité de l'exploitation.

TITRE III.

CLAUSES DIVERSES.

Art. 12. — Dans le cas où le Gouvernement, le département ou les communes ordonneraient ou autoriseraient la construction de routes nationales, départementales ou vicinales, de chemins de fer ou de canaux qui traverseraient la ligne, la société ne pourra s'opposer à ces travaux, mais toutes les dispositions nécessaires seront prises pour qu'il n'en résulte aucun obstacle à la construction ou au service du chemin de fer, ni aucun frais pour la société.

Art. 13. — Il est interdit à la société d'établir sur la voie ferrée un service public de transport de voyageurs ou de marchandises.

Art. 14. — Les frais de visite, de surveillance et de reconnaissance des travaux et de surveillance de l'exploitation seront supportés par la société, et le montant en sera recouvré comme en matière de contributions publiques.

Art. 15. — Les frais d'enregistrement du présent cahier des charges seront supportés par la société.

Vu pour acceptation :

POUR LA SOCIÉTÉ DES ACIÉRIES DE LONGWY,

L'Administrateur-Directeur,

A. DREUX.

Approuvé :

Paris, le 3 septembre 1897.

Le Ministre des travaux publics.

TURREL.

Décret du Président de la République, du 16 septembre 1897, autorisant la réunion des concessions de mines de fer et de manganèse d'ALBAN-ET-LE-FRAYSSE et de MONTCOUYOUL (Tarn).

(EXTRAIT.)

Art. 1^{er}. — La Société anonyme des hauts-fourneaux, forges et aciéries du Saut-du-Tarn est autorisée, sous la condition énoncée à l'article suivant, à réunir à la concession des mines de fer et de manganèse d'Alban-et-le-Fraysse (Tarn) la concession des mines de fer et de manganèse de Montcouyoul (même département) (*).

Art. 2. — L'exploitation de chacune des concessions réunies devra, conformément à l'article 31 de la loi du 21 avril 1810, être tenue en activité.

Art. 3. — Le présent décret sera publié et affiché aux frais de la société permissionnaire dans les communes sur lesquelles s'étendent les concessions réunies.

Art. 4. — Le ministre des travaux publics est chargé, etc.

(*) Actes institutifs des concessions : *Alban-et-le-Fraysse*, décret du 26 mai 1885 (volume de 1885, p. 199) ; *Montcouyoul*, décret du 6 décembre 1881 (volume de 1881, p. 442).

Décret du Président de la République, du 22 septembre 1897, complétant le décret du 10 février 1892, relatif à la réglementation des carrières du département d'ILLE-ET-VILAINE.

Le Président de la République française,
Sur le rapport du ministre des travaux publics,
Vu le décret du 10 février 1892 (*), portant règlement pour l'exploitation des carrières du département d'Ille-et-Vilaine ;
Vu les rapport et avis des ingénieurs des mines, des 19-20 juillet 1897 ;
Vu la lettre du préfet, du 26 juillet 1897 ;
L'avis du conseil général des mines, du 30 juillet 1897 ;
Vu la loi du 21 avril 1810, modifiée par la loi du 27 juillet 1880 (**);

Le conseil d'État entendu,

Décète :

Art. 1^{er}. — L'article 12 du décret susvisé, du 10 février 1892, est complété par un troisième paragraphe ainsi conçu :

« Toutefois cette dernière distance (*celle de 1 mètre par chaque mètre de hauteur de l'excavation*) peut être augmentée ou diminuée par le préfet, sur le rapport de l'ingénieur des mines. »

Art. 2. — Le ministre des travaux publics est chargé de l'exécution du présent décret, qui sera inséré au *Journal officiel*, au *Bulletin des Lois* et au *Recueil des actes administratifs du département*. Il sera publié et affiché dans toutes les communes du département.

Fait à Paris, le 22 septembre 1897.

FÉLIX FAURE.

Par le Président de la République :

Le Ministre des travaux publics,

TURREL.

(*) Volume de 1892, p. 41.

(**) Volume de 1880, p. 239.

Décret du Président de la République, du 24 septembre 1897, rendant exécutoires en Indo-Chine les lois des 15 juillet 1845 et 26 mars 1897 sur la police des chemins de fer.

Le Président de la République française,

Sur le rapport du ministre des colonies,

Vu l'article 18 du sénatus-consulte du 3 mai 1854;

Vu la nécessité d'assurer la police et la sûreté de la circulation sur les chemins de fer de l'Indo-Chine française,

Décète :

Art. 1^{er}. — Seront promulguées dans toute l'étendue de l'Indo-Chine pour y être exécutées :

1^o La loi du 15 juillet 1845 (*) sur la police des chemins de fer;

2^o Et la loi du 26 mars 1897 (**), qui modifie l'article 4 de la loi précitée.

Art. 2. — Les attributions conférées par ces deux lois au ministre des travaux publics et aux préfets seront exercées respectivement par le gouverneur général de l'Indo-Chine et par les résidents supérieurs et le lieutenant-gouverneur de la Cochinchine.

Art. 3. — Le ministre des colonies est chargé de l'exécution du présent décret, qui sera inséré au *Journal officiel* de la République française, au *Bulletin des Lois* et au *Bulletin officiel* du ministère des colonies.

Fait à Rambouillet, le 24 septembre 1897.

FÉLIX FAURE.

Par le Président de la République :

Le Ministre des colonies,

André LEBON.

Arrêté ministériel, du 29 septembre 1897, portant modification des articles 3 et 6 du règlement intérieur de l'école des mines de Saint-Étienne.

Le ministre des travaux publics,

Vu le décret du 18 juillet 1890 relatif à l'école des mines de Saint-Étienne (***);

(*) *Annales des Mines*, 2^e volume de 1845, p. 812.

(**) Voir *suprà*, p. 89.

(***) Volume de 1890, p. 280.

Vu l'arrêté du 21 juillet 1890, modifié par celui du 27 octobre 1894, portant règlement pour ladite école (*);

Vu les délibérations du conseil d'administration et du conseil de perfectionnement de l'école, en date des 1^{er} avril et 17 mai 1897;

Sur la proposition du directeur du personnel et de la comptabilité,

Arrête :

Les articles 3 et 6 du règlement intérieur de l'école des mines de Saint-Étienne sont modifiés comme il suit :

Art. 3. — Les cours de première année sont au nombre de huit :

- Analyse mathématique ;
- Mécanique rationnelle ;
- Mécanique appliquée (1^{re} partie) ;
- Physique ;
- Analyse minérale (1^{re} partie) ;
- Minéralogie ;
- Perspective et stéréotomie ;
- Levé de plans.

La deuxième année comprend six cours :

- Exploitation des mines ;
- Métallurgie (1^{re} partie) ;
- Mécanique appliquée (2^e partie) ;
- Constructions ;
- Analyse minérale (2^e partie) ;
- Géologie (1^{re} partie).

Les élèves de l'école polytechnique, admis directement en deuxième année, suivront en plus le cours de Minéralogie.

La troisième année comprend les cours de :

- Métallurgie (2^e partie) ;
- Géologie (2^e partie) ;
- Électricité ;
- Chemins de fer ;
- Législation des mines et économie industrielle ;
- Comptabilité ;

et en plus des conférences sur la Paléontologie végétale.

Art. 5. — Les coefficients suivants sont attribués aux divers examens et exercices pratiques.

(*) Volumes de 1890, p. 304 : de 1894, p. 487.

Première année.

Analyse mathématique	4
Mécanique rationnelle	5
Mécanique appliquée (1 ^{re} partie).....	4
Physique.....	5
Analyse minérale (1 ^{re} partie).....	6
Minéralogie	5
Perspective et stéréotomie.....	4
Levé de plans.....	3
Exercices pratiques.....	10
	<hr/> 46 <hr/>

Deuxième année.

Exploitation des mines.....	10
Métallurgie (1 ^{re} partie).....	7
Mécanique appliquée (2 ^e partie).....	8
Constructions.....	5
Analyse minérale (2 ^e partie).....	3
Géologie (1 ^{re} partie).....	3
Exercices pratiques.....	10
	<hr/> 46 <hr/>

Troisième année.

Métallurgie (2 ^e partie).....	4
Géologie (2 ^e partie).....	5
Électricité.....	6
Chemins de fer.....	3
Législation des mines et Economie industrielle...	3
Comptabilité.....	1
Paléontologie végétale.....	1
Exercices pratiques.....	10
Travaux de voyage { 1 ^{re} année.....	5
2 ^e année.....	8
	<hr/> 46 <hr/>

Paris, le 29 septembre 1897.
TURREL.

JURISPRUDENCE.

CARRIÈRES. — EXPLOITATION DE PHOSPHATES DE CHAUX EN ALGÉRIE.

I. — *Jugement rendu, le 11 décembre 1896, par le tribunal de simple police de Tébessa.*

(EXTRAIT.)

Attendu qu'il est sans importance de savoir si les terrains formant les groupes 49 du douar Morsott et 66 du douar Gouraya rentrent dans la classification du décret du 12 octobre 1895 (*) ou sont la propriété des s^{rs} B... et C^{ie}, le décret du 12 octobre 1895 n'étant pas applicable en l'espèce ;

Attendu en effet que B... a commencé son exploitation antérieurement au décret du 12 octobre 1895 ; qu'il n'a pu à ce moment contrevenir à un décret qui n'existait pas ;

Qu'il ne pouvait que se conformer à la législation déjà existante, lois des 21 avril 1810 et 27 juillet 1880, ce que d'ailleurs il est établi qu'il a fait ;

Qu'il faudrait, pour démontrer que B... a contrevenu aux dispositions du décret du 12 octobre 1895, attacher à ce décret un effet rétroactif ; mais qu'aux termes de l'article 2 du code civil la loi ne dispose que pour l'avenir et n'a point d'effet rétroactif.

Par ces motifs :

Le tribunal jugeant en dernier ressort et faisant application de l'article 159 du code d'instruction criminelle qui s'exprime ainsi :

« Si le fait ne présente ni délit ni contravention de police, le tribunal annulera la citation et tout ce qui aura suivi et statuera par le même jugement sur les demandes en dommages-intérêts » ;

Déclare comme non fait, ni avenu le procès-verbal rédigé à la charge du prévenu ; en conséquence, le renvoie absous sans amende ni dépens.

(*) Volume de 1895. p. 442.

II. — *Arrêt rendu, le 1^{er} mai 1897, par la cour de cassation
(chambre criminelle).*

(EXTRAIT.)

Sur le moyen unique du pourvoi pris de la violation du décret du 12 octobre 1895 sur l'exploitation des phosphates de chaux en Algérie et de l'article 471, n° 15, du code pénal :

Attendu que, à la suite d'un procès-verbal dressé par l'Administrateur-adjoint de la commune mixte de Morsott à l'effet de constater que le sieur N..., représentant de la Société de phosphates B... et C^{ie}, n'avait pas déféré à l'injonction qui lui avait été faite de cesser tous travaux et d'enlever les bâtiments existants sur des parcelles des douars Morsott et Gouraya indiquées comme occupées indûment par ladite société, N... a été traduit devant le tribunal de simple police comme prévenu de contravention au décret du 12 octobre 1895 ;

Que le tribunal, jugeant inutile de s'arrêter à rechercher si les terrains visés dans le procès-verbal rentraient dans la classification de ce décret ou étaient la propriété privée de B... et C^{ie}, a purement et simplement déclaré que ledit décret n'était pas applicable en l'espèce, par le motif que B... avait commencé son exploitation à une époque antérieure à ce même décret, en se conformant aux lois alors en vigueur, et que les lois et règlements n'ont pas d'effet rétroactif ;

Que le pourvoi dénonce ce jugement comme rendu en violation du décret sus-visé, sans préciser d'ailleurs celle de ses dispositions qui aurait été violée, parce que les faits à raison desquels le procès-verbal a été dressé, auraient été des faits postérieurs à sa promulgation ;

Mais attendu, d'une part, que le procès-verbal ne détermine pas quels auraient été les travaux indûment pratiqués, ni si les constructions dont l'enlèvement avait été prescrit et non effectué étaient postérieures au décret ;

Attendu, d'autre part, que si le décret dont il s'agit a soumis à certaines conditions la recherche et l'exploitation des phosphates de chaux dans les terrains des douars, comme dans les terrains domaniaux, et s'il a notamment subordonné la recherche des phosphates à une autorisation du gouverneur général et leur exploitation à une adjudication publique, il n'a pu avoir pour but et pour effet d'atteindre les exploitations antérieurement commencées conformément à la législation alors existante.

Par ces motifs, rejette le pourvoi.

PERSONNEL.

I. — Ingénieurs.

NOMINATIONS.

Décret du 3 septembre 1897. — Sont nommés **Élèves-Ingénieurs** de 3^e classe au Corps national des Mines, pour prendre rang à dater du 1^{er} octobre 1897, les élèves de l'École polytechnique dont les noms suivent :

MM. Crussard (Jules),
Gourgueschon (Georges),
Taffanel (Jacques),
Loiret (Joseph).

A dater du 1^{er} octobre 1897, les **Élèves-Ingénieurs** ci-dessus désignés, iront accomplir leur 3^e année de service militaire, comme **Sous-Lieutenants de réserve**, dans l'arme de l'Artillerie.

II. — Contrôleurs des Mines.

NOMINATION.

3 août 1897. — **M. Bizot** (Hector), ancien **Élève breveté** de l'École des maîtres ouvriers mineurs de Douai, sorti en 1893 avec le n^o 2, est nommé **Contrôleur** de 4^e classe et attaché dans le département du Nord, à la résidence de Valenciennes, au service du sous-arrondissement minéralogique de Valenciennes.

RETRAITES.

	Dates d'exécution.
M. Pondruel , Contrôleur principal , service des Carrières de Paris et du département de la Seine.	1 ^{er} oct. 1897.
M. Thomas (Alexandre), Contrôleur principal , — Ardèche, service du sous-arrondissement minéralogique d'Alais.....	1 ^{er} oct. 1897.
Il est d'ailleurs maintenu en fonctions jusqu'à la liquidation de sa pension.	
M. Savreux , Contrôleur de 1 ^{re} classe, en congé renouvelable à Amiens.....	1 ^{er} oct. 1897.

ÉCOLE DES MINES DE SAINT-ÉTIENNE.

Par décision du Ministre des Travaux publics, en date du 14 septembre 1897, des diplômes d'ancien élève de l'école des mines de Saint-Étienne apte à exercer les fonctions d'ingénieur ont été accordés aux élèves sortant de l'école dont les noms suivent :

MM. Lavigne.	MM. Bousquet.	MM. Langlade.
Pommier.	Salamon.	Guillaud.
Mayençon.	Grangier.	Piélin.
Going.	Thomas.	Ratelade.
Pigeot.	Maurice.	Laforce.
Frayssé.	Gamzon.	Verny.
Delage.	Bouvier.	Fournaud.
Chaillet.	Camus.	Lebon.

Par décision du Ministre des Travaux publics, en date du 24 septembre, et d'après les résultats du concours de 1897, ont été admis à l'école des mines de Saint-Étienne les 30 candidats dont les noms suivent par ordre de mérite, savoir :

MM.	MM.	MM.
1. Dyen.	11. Fontaine.	21. Sapy.
2. Morel.	12. Drogoz.	22. Durney.
3. Leriche.	13. De Chalendard.	23. Pierrat.
4. Regemba.	14. Verchère.	24. Cottin.
5. Plassard.	15. Blanchard.	25. Ray.
6. Baup.	16. Dumaine.	26. De Saint-Romain.
7. Vidal.	17. Arnous.	27. Liogier.
7 bis. Thévenin.	18. Garand.	28. Forge.
9. Malplat.	19. Brice.	29. Dorel.
10. Bouteille.	20. Bouvier.	30. Nicole.

Charleroi.

Abréviations

Enclenchements binaires doubles	
11 R	
12 Net 12 R	
13 R	
14 Net 14 R	
18 R	
16 Net 16 R	
18 R	
17 Net 17 R	
Enclenchements conditionnels	
17 R si 16 N	
12 R si 16 N	
14 R si 16 R	
18 R si 16 R	
17 R si 17 R	
18 R si 24 N	

V.L.	signifie	Voie libre
A	— d° —	Arrêt
C.C.	— d° —	Contrevoie à la communication
A ¹	— d° —	Aiguille
J	— d° —	Jonction
V	— d° —	Verrou
N.n	— d° —	Normal
R.r	— d° —	Renverse
D.d	d°	Dégagé
⊙	— d° —	Disque à voie libre
⊞	— d° —	Signal carreau à voie libre
⊞	— d° —	Signal carreau à l'arrêt
⊞	— d° —	Signal de bifurcation

Enclenchements (B)

16	17	18	19	23	24	25	26	
								1
			N					2
R	R	R	N	R				3
								4
R	R	R	N	R				5
								6
			N					10
							N	11
N							D	12
							N	13
R							D	14
R	N		N					15
R								16
R		N			N	N		17
		R	D		D	D		18
	N	R	R		N	N		19
				R	R			23
				D	R			24
N	R	N				R		25
N	R	N				R		26
16	17	18	19	23	24	25	26	

Enclenchements
binaires doubles

11 R	
12 Net 12 R	
13 R	
14 Net 14 R	
18 R	
16 Net 16 R	
18 R	
17 Net 17 R	

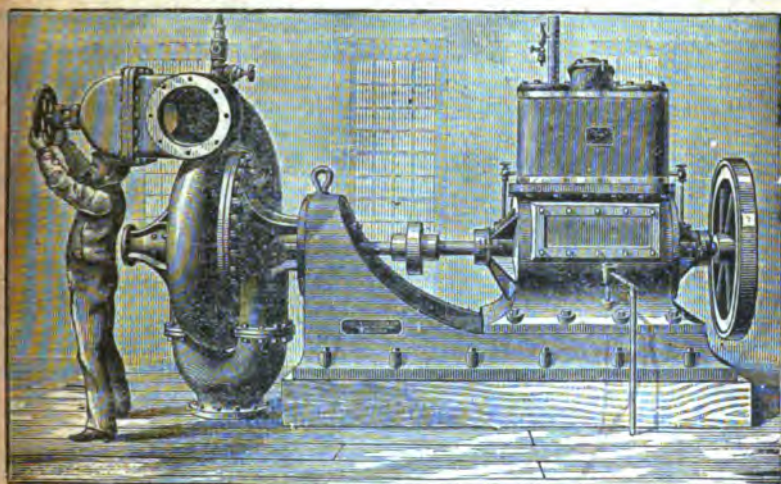
Enclenchements
conditionnels

17 R	si 16 N
12 R	
19 R	si 16 R
14 R	
19 R	si 16 N
12 R	
23 R	si 17 R
18 R	
17 R	si 16 R
14 R	
17 R	si 24 N
18 R	

Machine à vapeur

“ WESTINGHOUSE ”

SPÉCIALE POUR ÉCLAIRAGE ÉLECTRIQUE
POMPES ET VENTILATEURS



Moteur accouplé directement à une pompe

PIERSON

54, faubourg Montmartre, 54

PARIS

AGASIN D'EXPOSITION

47, rue Lafayette, 47

COMPTOIR GÉOLOGIQUE ET MINÉRALOGIQUE

ALEXANDRE STUER

Fournisseur de l'État. — 40, rue des Mathurins. — PARIS

Matières premières minérales, Minerais et Minéraux de tous pays pour les Arts, les Sciences et l'Industrie.

COLLECTIONS SOIGNÉES DE MINÉRAUX ET FOSSILES POUR L'ENSEIGNEMENT ET FOURNITURE POUR UNIVERSITÉS ET MUSÉES.

Instruments spéciaux pour la récolte, la préparation, le rangement et la conservation en collection des minéraux et des fossiles.

SOCIÉTÉ ANONYME AU CAPITAL DE 1.600.000 francs

SIÈGE SOCIAL ET BUREAUX

39 bis, Rue de Châteaudun, 39 bis

PARIS

USINE A BOVES (Somme)

Adresse Télégraphique :

ACCUMULAT-PARIS

TÉLÉPHONE :

148.82

CIE DES ACCUMULATEURS ELECTRIQUES BLOTT

Fournisseur des Administrations de l'État; des Grandes Compagnies; des Stations Centrales d'Electricité et des Industriels.

MODÈLES SPÉCIAUX A CHARGE RAPIDE ET A GRANDE CAPACITÉ POUR LA TRACTION

Cet Accumulateur se distingue de tous les autres par sa solidité, sa durabilité, son élasticité de régime de charge et de décharge et sa grande capacité.

A LOUER

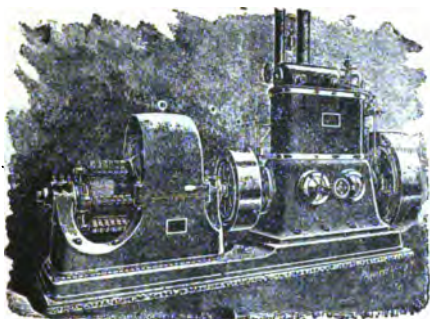
MACHINES A VAPEUR WESTINGHOUSE

Simple et Compound de 1/2 à 1800 chevaux

Types spéciaux pour Manufactures et Éclairage électrique

SÉCURITÉ ET DURÉE GARANTIE PAR LA PLAQUE D'ORIGINE DES ATELIERS WESTINGHOUSE

Seuls constructeurs pour le monde entier



Médaille d'or
Diplôme d'honneur

Plus de 30.000 chevaux
en fonctionnement

Agents exclusifs pour la France, la Belgique, la Russie et l'Italie

ROGERS & H. BOULTE, E.C.P.

INGÉNIEURS

PARIS — 1, Rue Saint-Georges, 1 — PARIS



EMPLACEMENT RÉSERVÉ

à

MM. J. & A. NICLAUSSÉ

24, Rue des Ardennes

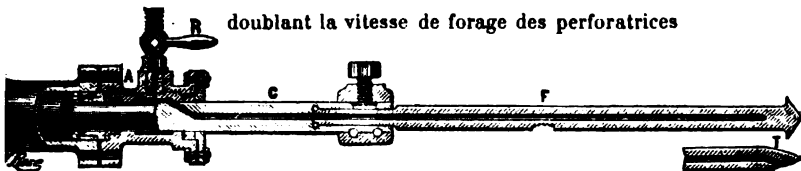
P A R I S



C. BORNET, Ingénieur, 10, rue Saint-Ferdinand, PARIS
PERFORATRICES ROTATIVES et à PERCUSSION
 mues à bras ou par l'eau, la vapeur et l'Electricité

FLEURETS CREUX A INJECTION D'EAU

doublant la vitesse de forage des perforatrices



APPLICATION AUX MINES, CARRIÈRES ET TRAVAUX PUBLICS
Prospectus et renseignements franco sur demande

USINE DU COQ FRANÇAIS

Manufacture générale de caoutchouc souple et durci à ROUBAIX (Nord)

ÉMILE DEGRAVE

INGÉNIEUR BREVETÉ S. G. D. G.)

TÉLÉGRAPHE :

Émile DEGRAVE, Roubaix.

TÉLÉPHONE

Spécialité de Caoutchouc pour l'Industrie

NOUVEAUX SEGMENTS FLEXIBLES ANTIFRICTION (Brevetés)

Pour garnitures de Pistons, de Pompes et de Condenseurs combinés d'acier et de caoutchouc
 (Composition antifricition). — Demander Tarifs

COMPAGNIE FRANÇAISE

POUR L'EXPLOITATION DES PROCÉDÉS

THOMSON-HOUSTON

CAPITAL: 25.000.000 DE FRANCS

Transmission de l'Énergie à grande distance

PAR COURANTS TRIPHASÉS

TRANSFORMATEURS DE 1.000 A 65.000 WATTS

Convertisseurs de courant triphasé en courant continu

TRACTION ÉLECTRIQUE

EN EUROPE: Le Havre. — Lyon. — Rouen. — Bordeaux. — Roubai
 Tourcoing — Le Raincy. — Milan. — Varese. — Rome. — Porto
 Belles. — Belgrade. — Dublin. — Bristol. — Leeds. — Gotha. — Brême. — Hambourg. — Eriurt
 Remscheid. — Barmen. — Elbing. — Munich. — Elberfeld. — Wiesbaden

EN TRIVICE

S LI ANDE ENTIER

100 l mètres de ligne

23.1 cultures



ÉCLAIRAGE A ARC

ET A INCANDESCENCE

INDUSTRIE MINIÈRE

PERFORATRICES à ROTATION et à PERCUSSION

HAVEUSES

Locomotives bases pour mines

PARIS, 27, Rue de Londres, PARIS

A LOUER

DIPLOME D'HONNEUR
ANVERS 1894

GRANDS PRIX
LYON 1894. — ATLANTA 1895

DIPLOME D'HONNEUR
AMSTERDAM 1895

A. BERTHÉLEMY

Constructeur, Breveté S. G. D. G. en France et à l'Étranger

16, RUE DAUPHINE, 16 — PARIS

PONTHUS & THERRODE (A.M.)

SUCCESEURS



CATALOGUE
GÉNÉRAL



NOUVELLE
ÉDITION



**INSTRUMENTS DE MATHÉMATIQUES, OPTIQUE, GÉODÉ
NIVELLEMENT, TOPOGRAPHIE**

FOURNISSEURS DES MINISTÈRES FRANÇAIS ET ÉTRANGERS, DE L'ÉCOLE DES PONTS
DU SERVICE DU NIVELLEMENT GÉNÉRAL DE LA FRANCE
DU SERVICE GÉOGRAPHIQUE DE L'ARMÉE, DE LA VILLE DE PARIS, ETC.

INVENTIONS — INSTRUMENTS POUR LES SCIENCES

APPAREILS ET CALIBRES DE PRÉ

Pour Essais des CHAUX ET CEMENTS

Adoptés par la Commission internationale des essais

EXPLICATION DES PLANCHES.

NOVEMBRE.

Pl. VI. — Enclenchements entre leviers servant à la manœuvre
des signaux, aiguilles, etc., des chemins de fer.

CONDITIONS DE L'ABONNEMENT AUX ANNALES DES MINES

Pour Paris	20 fr. par an
Pour les Départements	24 fr. —
Pour l'Etranger	28 fr. —

Les ANNALES DES MINES paraissent tous les mois.

N. B. — On peut se procurer aux mêmes prix chacune des années parues depuis 1862 inclusivement.

ON TROUVE A LA MÊME LIBRAIRIE

LE PRATICIEN UNIVERSEL

DIRECTEUR : E. BOURDONNAY, ingénieur civil, $\frac{1}{2}$ A. et M., Châlons.
SECRÉTAIRE : J. LOUBAT, ancien élève de l'Ecole Nationale des Arts et Métiers d'Aix.

Journal bi-mensuel rédigé par demandes et par réponses

contenant des informations techniques et des communications diverses au point de vue de l'Industrie, des Travaux publics, des Mines, etc.

Un an, 10 fr. — Six mois, 6 fr. — Trois mois, 3 fr. 50.

Un numéro spécimen est envoyé gratuitement sur demande affranchie.

REVUE GÉNÉRALE DES CHEMINS DE FER

MÉMOIRES ET DOCUMENTS CONCERNANT L'ÉTABLISSEMENT, LA CONSTRUCTION ET L'EXPLOITATION TECHNIQUE ET COMMERCIALE DES VOIES FERRÉES

Abonnement pour Paris et la France. . .	25 fr. par an.
— pour l'étranger	28 fr. —

BIBLIOTHÈQUE DU CONDUCTEUR DE TRAVAUX PUBLICS

ENSEMBLE DES CONNAISSANCES INDISPENSABLES AUX CONDUCTEURS
DES PONTS ET CHAUSSÉES ET CONDUCTEURS MUNICIPAUX, CONTRÔLEURS DES MINES,
AGENTS VOYERS, CHEFS DE SECTION, ARCHITECTES VOYERS,
ENTREPRENEURS, CONDUCTEURS DE TRAVAUX, INSPECTEURS, VÉRIFICATEURS, ET

publiée sous les auspices de

M. le Ministre des Travaux Publics

VOLUMES PARUS :

Mathématiques	8 fr. 50	Charpente et couverture	10 fr
Physique et Chimie	8 50	Agriculture	9 .
Bois et Métaux	8 .	Locomotive et matériel roulant	12 .
Droit civil	8 .	Photographie	9 .
Mécanisme hydraulique	10 .	Archéologie	15 .
Hygiène	7 50	Droit administratif	9 .
Mécanisme, Hydraulique, Thermodynamique	9 .	Législation et Contrôle des appareils à vapeur	8 .
Voie publique	12 .	Genie	12 .
Hydraulique agricole	12 .	Construction et Voie	12 50
Organisation des services	8 .	Émulations	11 .
Procédure civile	8 .	Maçonneries	10 .

D'autres parties sont en préparation et paraîtront de mois en mois sous forme de volumes portatifs de 350 pages environ, format in-16, élégamment reliés.

TOUTES LES IMPRIMERIES DESUS FRÈRES.

Les Éditeurs-Gérants : P. VICO-DUXOY et C^{ie}

ANNALES DES MINES

OU

RECUEIL

DE MÉMOIRES SUR L'EXPLOITATION DES MINES

ET SUR LES SCIENCES ET LES ARTS QUI S'Y RATTACHENT

PUBLIÉES

SOUS L'AUTORISATION DU MINISTRE DES TRAVAUX PUBLICS.

NEUVIÈME SÉRIE.

TOME XII.

12^e LIVRAISON DE 1897.

PARIS

P. VICQ-DUNOD ET C^{ie}, ÉDITEURS

LIBRAIRES DES CORPS NATIONAUX DES PONTS ET CHAUSSÉES, DES MINES
ET DES TÉLÉGRAPHES

Quai des Grands-Augustins, 49

1897

TABLE DES MATIÈRES.

DÉCEMBRE.

PARTIE SCIENTIFIQUE ET TECHNIQUE.

	Page
Noté sur les sources minérales de Pougnos (Nièvre), par M. G. Friedel.	589
Bulletin des accidents d'appareils à vapeur survenus pendant l'année 1896	638

BULLETIN.

Actes de courage et de dévouement : accidents survenus dans les mines et carrières	658
Statistique de l'industrie minière de la Belgique en 1896	661

BIBLIOGRAPHIE.

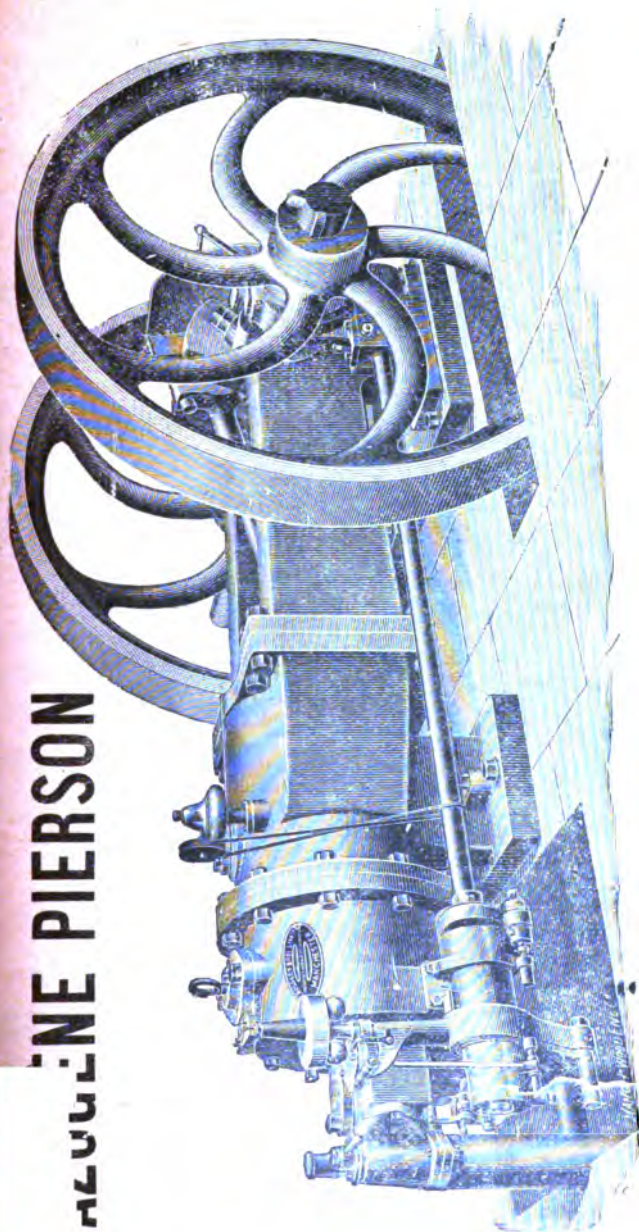
Ouvrages parus dans le 2 ^e semestre.	667 à 700
Liste des échanges autorisés entre les <i>Annales des mines</i> et les publications françaises et étrangères	701
Table des matières du tome XII.	710
Explication des planches du tome XII.	712

Octobre.

Lois, décrets et arrêtés concernant les mines, carrières, sources d'eaux minérales, chemins de fer en exploi- tation, etc.	717
Circulaires et instructions adressées aux préfets, aux ingénieurs des mines, etc.	727
Jurisprudence	729
Personnel.	730

(Voir la suite à la 2^e page de la couverture.)

MOTEUR À GAZ CROSSLEY PIERSON



Le Moteur à gaz CROSSLEY, alimenté par le gazogène Piercion, ne consomme que 600 à 700 grammes d'anthracite par cheval et par heure. Le gaz Piercion pour chauffage industriel revient à un centime le mètre.

* **PIERSON, 54, faubourg Montmartre, Paris**

MAGASIN D'EXPOSITION : 47, RUE LAFAYETTE

TABLE DES MATIÈRES.

DÉCEMBRE.

PARTIE SCIENTIFIQUE ET TECHNIQUE.

	Pages.
Note sur les sources minérales de Pouques (Nièvre), par M. G. Friedel	580
Bulletin des accidents d'appareils à vapeur survenus pendant l'année 1896	638

BULLETIN.

Actes de courage et de dévouement: accidents survenus dans les mines et carrières	678
Statistique de l'industrie minière de la Belgique en 1896	688

BIBLIOGRAPHIE.

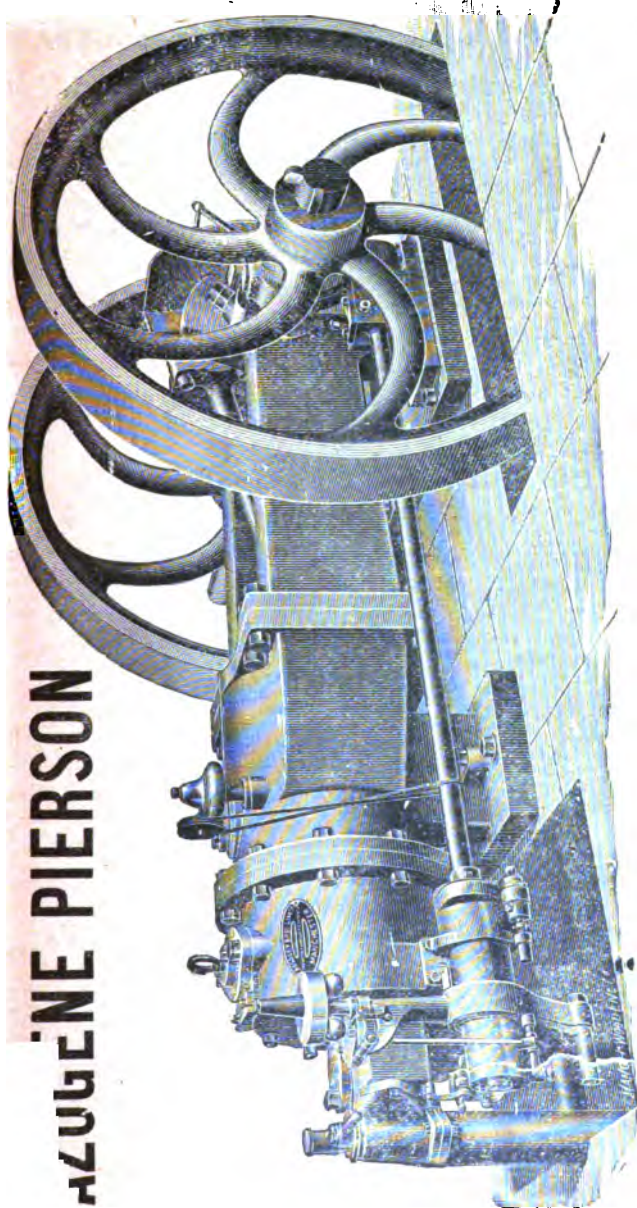
Ouvrages parus dans le 2 ^e semestre	667 à 706
Liste des échanges autorisés entre les <i>Annales des mines</i> et les publications françaises et étrangères	707
Table des matières du tome XII.	710
Explication des planches du tome XII.	714

Octobre.

Lois, décrets et arrêtés concernant les mines, carrières, sources d'eaux minérales, chemins de fer en exploi- tation, etc	410
Circulaires et instructions adressées aux préfets, aux ingénieurs des mines, etc.	425
Jurisprudence	429
Personnel	435

(Voir la suite à la 3^e page de la couverture.)

GAZOGÈNE PIERSON



Le Moteur à gaz CROSSLEY, alimenté par le gazogène Pierson, ne consomme que **600 à 700 grammes d'anthracite** par cheval et par heure. Le gaz Pierson pour chauffage industriel revient à **un centime le mètre**.

*** PIERSON, 54, faubourg Montmartre, Paris**

MAGASIN D'EXPOSITION : 47, RUE LAFAYETTE

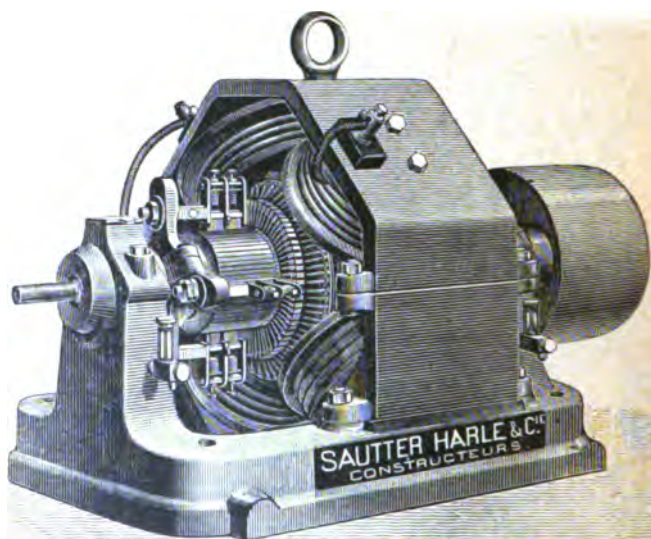
SAUTTER, HARLÉ & C^e

INGÉNIEURS-CONSTRUCTEURS

PARIS — 26, Avenue de Suffren, 26 — PARIS

EXPOSITION UNIVERSELLE 1889 — HORS CONCOURS — JU

ÉCLAIRAGE TRANSPORT DE FORCE PAR L'ÉLECTRICITÉ



ASSERVISSEMENT ET COMMANDE ÉLECTRIQUE APPLIQUÉES A
L'OUTILLAGE DES MINES, POMPES, VENTILATEURS
TRANCHEUSES, PERFORATRICES, TRIEUSES, PERCEUSES
COMPRESSEURS D'AIR, APPAREILS DE LEVAGE, TREUILS
GRUES, MONTE-CHARGES, TRANSBORDEURS, PLANS INCLINÉS

PRINCIPALES INSTALLATIONS

Aux Mines :

d'ASPRIÈRES (Aveyron). — BLANZY (Saône-et-Loire).
BRUAY (Pas-de-Calais). — DADOU (Tarn). — DECAZEVILLE (Aveyron).
FRIEDRICHSGEGEN. — LAURIUM (Grèce).
MALINES (Hérault). — MIÈRES (Austuries). — MEURCHIN (Nord).
VIEILLE-MONTAGNE (Penchot, Bray et Lâ). — ETC., ETC.,

SOCIÉTÉ GÉNÉRALE POUR LA

ABRICATION DE LA DYNAMITE

Procédés A. NOBEL

Paris, 1889 — Deux Médailles d'Or

Seule Médaille d'Or décernée en 1889 pour la Dynamite

SIÈGE SOCIAL : Place Vendôme, PARIS

USINES { à Paulilles, près Port-Vendres (Pyrénées-Orientales).
à Ablon, près Honfleur (Calvados).

Dynamite-Gomme, pour roches très dures. — Dynamite, n° 1 guhr, n° 1 gélatinée à l'ammoniaque, pour roches dures. — Dynamite, n° 0, pour travaux sous l'eau. — Minites, n° 2 et n° 3, pour terrains moins résistants.

Explosifs spéciaux pour charbonnages grisouteux (Décret du 1^{er} août 1890)

Grisoutine-Gomme pour travaux au rocher. — Grisoutine B pour travaux dans le bon.

Mèches de mineurs. — Capsules pour Dynamite. — Amorces, Câbles, Fils et Appareils électriques pour sautage des mines. — Marmites suédoises ou Seaux à dégeler la Dynamite.

La Correspondance doit être adressée au SIÈGE SOCIAL

TÉLÉPHONE SOCIÉTÉ ANONYME TÉLÉPHONE

DES EXPLOSIFS ET DE PRODUITS CHIMIQUES

Capital : 2.000 000 de francs

19, rue Louis-le-Grand, 19, PARIS

USINES :

SAINT-MARTIN-DE-GRAU
(France)

LA FRANCESCA-in-LUNIGIANA
(Italie)



**DYNAMITES,
GOMMES ET GRISOUTINES
MÈCHES
DÉTONATEURS, CABLES
FILS
ET APPAREILS ÉLECTRIQUES**

la correspondance doit être adressée au Siège social, 19, rue Louis-le-Grand.

EXPOSITION UNIVERSELLE, PARIS 1889
2 MÉDAILLES D'OR
CHEVALIER DE LA LÉGION D'HONNEUR

MATÉRIEL pour MINES

VENTILATEURS syst. GENESTE-HERSCHER

BREVETÉ S. G. D. G.

POUR MINES, FORGES, FONDERIES, SOUFFLAGE SOUS GRILLES, ETC.

**RENDEMENT GARANTI SUPÉRIEUR A CELUI
DE N'IMPORTE QUEL APPAREIL SIMILAIRE
CONNU A CE JOUR.**

COMPRESSEURS D'AIR A SOUPAPES A INJECTION

Compresseurs d'air, syst. Burekhardt et Weiss à sec.

**APPAREILS A AIR COMPRIMÉ
PERFORATEURS ET BOSSEYEUSES**
Syst. DUBOIS & FRANÇOIS. — Breveté S. G. D. G.

HAVEUSE BLANZY

TREUILS pour EXTRACTION & FONÇAGE

A VAPEUR, A AIR COMPRIMÉ ET ÉLECTRIQUES

5 types différents

**MACHINES D'EXTRACTION ET TREUILS DE SECOURS
TREUILS MUS PAR TURBINES.**

**POMPES FRANÇAISES A ACTION DIRECTE
POMPES A COURROIES**

Pompes Hélico-Centrifuges. Système MAGNET & BAILLET

POMPES ÉLÉVATOIRES

POUR ÉPUISEMENTS DANS LES MINES, ÉLEVATION D'EAU
pour Villes et Usines, etc.

Nombreuses Références. — La machine d'épuisement fournie aux houillères de Rochebelle, est comprise pour élever 100 mètres cubes à l'heure à une hauteur totale de 250 mètres d'un seul jet ; son poids a dépassé 40.000 kilos.

CRIBLE GIRATOIRE SYST. COXE, B^{TE} S. G. D. G.

POUR HOUILLES, MINÉRAIS, ETC., ETC.

PRODUCTION CONSIDÉRABLE DANS UN APPAREIL DE DIMENSIONS RESTREINTES

CASSE-COKE — CASSE-CHARBON — CHAINES A GODETS

**LAVOIRS, TRIAGES, CRIBLAGES, DESCHISTAGES
TRAINAGES MÉCANIQUES, VAGONNETS ET VOIES PORTATIVES**

CHEVALEMENTS MÉTALLIQUES, CHARPENTES EN FER, MOLLETES

Cages d'Extraction Fer ou Acier avec Parachute

PALIERS A ROTULES ROQUEL, ÉVITANT LE FROTTEMENT DES CABLES SUR LES JOUES DES MOLLETES

**MACHINES & CHAUDIÈRES A VAPEUR,
LOCOMOBILES, TRANSMISSIONS, GROSSE CHAUDRONNERIE**

**DEVIS ÉTUDES D'INSTALLATIONS, RENSEIGNEMENTS
CATALOGUES SUR DEMANDE**

CHALON-S.-SAONE (FRANCE)

MAISON FONDÉE EN 1830

Personnel 250 Ouvriers

Surfaces occupées par les Usines: 25.000 mètres

*** G. PINETTE**

TRÉFILERIE & CORDERIE MÉCANIQUES

DE LA

COMMISSION DES ARDOISIÈRES D'ANGERS

LARIVIÈRE & C^{IE}

CH. FOUINAT

TÉLÉPHONE

170, Quai Jemmapes, PARIS

TÉLÉPHONE

CORDAGES MÉTALLIQUES RONDS & PLATS EN FER, ACIER, CUIVRE

Pour Mines, Carrières, Houillères, Plans inclinés, Cabestans, Appareils à lever,
Manœuvres courantes et dormantes de marine et de batellerie,
Transmission de force motrice, Signaux, Horlogerie, Paratonnerres, Puits, Clôtures

EXPOSITION UNIVERSELLE, PARIS 1889

Membre du Jury — Hors Concours

DEUX GRANDS PRIX: ANVERS 1894

ENVOI FRANCO DE TOUTS RENSEIGNEMENTS

MAISON FRANÇAISE DES MÉTAUX

Société anonyme au capital de 25 millions de francs

Siège social : 10, rue Volney. — PARIS

USINES :

Deville-lès-Rouen (Seine-Inf.), Castelsarrazin (Tarn-et-Garonne), Sérifontaine (Oise),
Givry (Ardennes), Bornel (Oise), Saint-Denis (Seine) et Paris, rue Vieille-du-Temple, 76

TRÉFILERIE, LAMINAGE, ÉTIRAGE, EMBOUTISSAGE & TRÉFILERIE
de Cuivre, Laiton, Plomb, Étain, Zinc, Nickel, Maillechort, etc.

TUBES EN CUIVRE ROUGE ET LAITON SOUDÉS ET ÉTIRÉS

TUBES GRAVÉS POUR HORLOGERIE, OPTIQUE ORNEMENTS D'ÉGLISES ET APPAREILS D'ÉCLAIRAGE
Tubes de tous genres pour l'ébénisterie et l'ameublement. Appareils de stérilisation et de sucrerie. Fils en
cuivre rouge, demi-rouge, laiton et maillechort. Cuivre rouge et laiton en lingots et en barres
Fabrication de monnaies en cuivre rouge, bronze, maillechort et nickel

PLAQUES EN CUIVRE ROUGE POUR FOYERS DE LOCOMOTIVES

Obturbateurs et grains de lumière pour canons. — Ceintures de projectiles

Tubulures en cuivre rouge sans soudure. Rouleaux en cuivre pour impression

Plomb affiné en lingots et en feuilles pour chocolatiers, parfumeurs et autres usages

Plomb en lingots, en tables et en tuyaux. Tuyaux en plomb doublés d'étain

Acier en acier étirés sans soudures, pour chaudières et conduites à haute pression

SPECIALITÉ DE TUBES MINCES, LÉGERS ET SOLIDES

Pour la fabrication des CYCLES, BICYCLETTES, TRICYCLES, ETC., ETC.

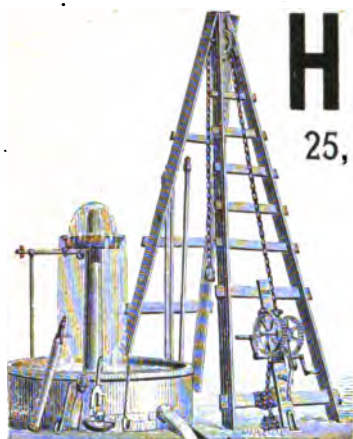
Tubes à aléons (brevets SERVE). — Enveloppes d'obus en acier

PLANCHES, PLAQUES ET FILS MAILLECHORT ET NICKEL POUR TOUTS USAGES

de cuivre et de bronze de haute conductibilité pour usages électriques

ALUMINIUM & SES ALLIAGES, EN PLANCHES, EN FILS & EN TUBES

ENTREPRISE GÉNÉRALE DE FORAGES ET SONDAGE



H. BECOT

Ing^r civil

(A. et M.)

25, rue de la Quintinie, PARIS-VAUGIRARS

RECHERCHES D'EAU

De Mines, Pétrole, Sel, etc.

PUITS ARTÉSIENS, Puits Absorbants

PUITS D'AÉRAGE

Consolidations par injections de ciment

ÉTUDES DE TERRAINS

FORAGES A GRANDES SECTIONS CAPTAGE DE SOURCES

VENTE D'APPAREILS ET OUTILS DE SONDAGES
Pour Missions scientifiques, Entreprises coloniales, etc.

A LOUER

MAISON FONDÉE EN 1833

L. DUMONT

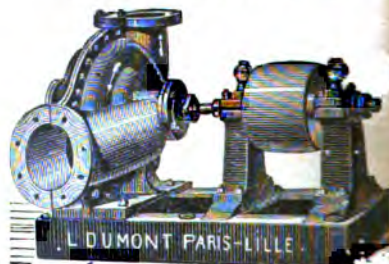
PARIS, 55, rue Sedaine

LILLE, 100, rue d'Isly

POMPES CENTRIFUGES

MÉDAILLE D'OR

EXPOSITION UNIVERSELLE 1889



APPLICABLE AUX MANUFACTURES EN GÉNÉRAL
ET POUR TRAVAUX D'ÉPUISEMENT

POMPES, CONJUGUÉES POUR GRANDES ÉLÉVATIONS
SUPÉRIORITÉ JUSTIFIÉE

PAR

8.500 APPLICATION

Envoi franco du Catalogue

SOCIÉTÉ FRANÇAISE DE FABRICATION
DES
CORPS CREUX
SANS SOUDURE
SOCIÉTÉ ANONYME

SIÈGE SOCIAL
 Place de la Madeleine
PARIS.

USINE
 à **MONTBARD**
 (CÔTE D'OR)

SYSTÈME EHRLHARDT



MARQUE DÉPOSÉE

CAPITAL: 5.000.000

TUBES DE CANON

TUBES EN ACIER

POUR

CHAUDIÈRES MARINES

ET AUTRES

CANALISATIONS sous PRESSIONS

BOUTEILLES POUR

GAZ COMPRIMÉS

ARMES - PROJECTILES - CYLINDRES DE PRESSES
ESSIEUX - JANTES - ARBRES CREUX

TIGES POUR ASCENSEURS - MATS POUR CABLES

et en général tous les CORPS CREUX en ACIER sur spécification

TELEPHONE
 N° 228-52.

PRESE TELEGRAPHIQUE
 BOULAUAGA. PARIS

ADRESSER
LETTRES ET COMMANDES au SIÈGE SOCIAL

Digitized by Google

Fabrique de Lampes de Sûreté en tous Genres

LANTERNES DIVERSES — DÉCOLLETAGE SUR TOUS MÉTAUX

Les plus Hautes Récompenses aux Expositions

COSSET-DUBRULLE F^{ILS}

MILLE — INGÉNIEUR-CONSTRUCTEUR — MILLE

3, rue de Toul, 3

3, rue de Toul, 3

Coton-Mèche

Tolles métalliques

Rivets et fils de plomb

ARADOU

Emboutissage de tous métaux

LAMPES DE FONDEURS

FONDERIE DE CUIVRE, TOURNAGE & DÉCOUPAGE

Fournisseur des Grandes Administrations
ENVOI FRANCO SUR DEMANDE DE L'ALBUM GÉNÉRAL

TONDEUSES A GAZON NOUVELLE FABRICATION

Verres divers

CAOUTCHOUC-AMIANTE

Gerbiante

Exécutée sur dessins

Flambeaux, pétrole pour pompes

LAMPES A GAZ

A RÉCUPÉRATION

MÉDAILLE D'ARGENT GRAND MODULE AU PI

EXPOSITION DE BRUXELLES 1897 : GRAND DIPLOME D'HONNEUR

ÉLÉVATEURS & TRANSPORTEURS

avec *Châînes simplex*

SYSTEME BAGSHAWE

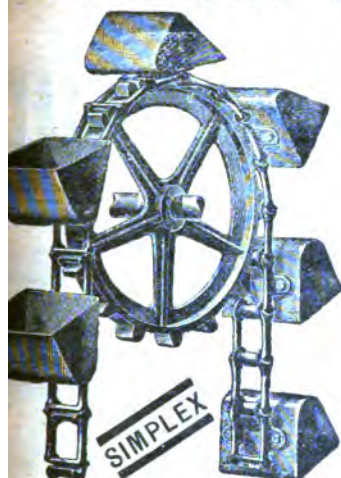
Brevetées S. G. D. G.

GODETS TOLE D'ACIER

VIS D'ARCHIMÈDE

APPAREILS POUR DECHARGEMENTS
DE
BATEAUX

TRANSMISSIONS



SIMPLEX

MARQUE DÉPOSÉE

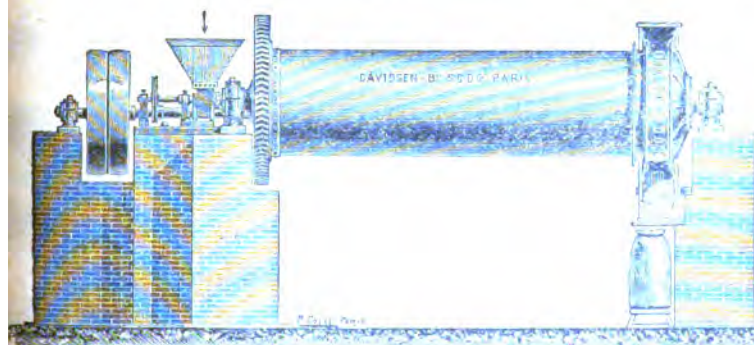
BAGSHAWE Aîné

INGÉNIEUR CONSTRUCTEUR

PARIS. — 43, rue Lafayette. — PARIS

DAVIDSEN, INGÉNIEUR CONSTRUCTEUR

PARIS, 118, Rue Lafayette, 118, PARIS



Suppression du blutage

BROYEURS SPÉCIAUX

POUR MINÉRAIS, QUARTZ ET MATIÈRES DURES

ÉCONOMIQUEMENT une GRANDE FINESSE et un GRAND RENDEMENT

MAÇONNERIE ET FUMISTERIE INDUSTRIELLES

Entreprises pour la France et l'Étranger

MORAND & BILLAUD

Ingénieurs-Constructeurs

TÉLÉPHONE

PARIS, 51, rue de Lyon, PARIS

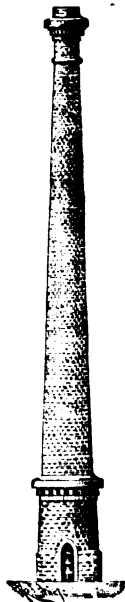
TÉLÉPHONE

Construction de

**CHEMINÉES EN BRIQUES, FOURNEAUX DE CHAUDIÈRES A VAPEUR
GAZOGÈNES, RÉCUPÉRATEURS,****ET FOURS DE TOUTS SYSTÈMES POUR LA MÉTALLURGIE****BRIQUETERIES, SUCRERIES, RAFFINERIES, FAÏENCERIES, VERRERIES, ETC**

Four au gaz à réchauffer à renversement, syst. CHARNEAU (Br. S. G. D. G.)

50 0.0 D'ÉCONOMIE SUR TOUTS LES FOURS A RÉCUPÉRATION

ÉTUDES ET PLANS D'INSTALLATIONS D'USINES**MAÇONNERIE ET FUMISTERIE INDUSTRIELLES**

Entreprise générale de construction et d'installation d'usines

CONSTRUCTION DE CHEMINÉES EN BRIQUES ET EN TOLE**M^{IN} DEROCHE**

PARIS — 21, rue Labois-Rouillon, 21 — PARIS

FOURNEAUX DE GÉNÉRATEURS — MASSIFS DE MACHINES

SPÉCIALITÉ DE RÉSERVOIRS EN CIMENT ARMÉ

Devis sur demande

TÉLÉPHONE
402.61TÉLÉPHONE
402.61**EXPLOSIFS FAVIER**

de la Société française des Poudres de Sécurité

62, Rue de Provence, PARIS

REMPLAÇANT TOUTS EXPLOSIFS CONNUS

ÉCOLE SPÉCIALE DE TRAVAUX PUBLICS

Léon EYROLLES, Ingénieur civil, Professeur de mathématiques appliquées à l'art de l'Ingénieur.
61, boulevard Saint-Germain et rue du Sommerard, 12, PARIS

Préparation directe et par correspondance

aux emplois de : Conducteur des Ponts et Chaussées, Agent-Voyer, Contrôleur des Mines, Ingénieur Conducteur de travaux, Géomètre, Architecte, et tous emplois des diverses carrières des travaux publics. Arithmétique, Géométrie, Algèbre, Trigonométrie, Mécanique, Descriptive, Pratique des travaux, Procédés de construction, Routes et Pratique du service, Topographie, Levé de plans et Nivellement, Rapport, Min, Avant-Métré, Cubature, Rédaction des projets, Appareils à vapeur, Exploitation des Mines, etc.)

Cours complémentaire destiné à MM. les Conducteurs et Contrôleurs

Préparation directe et par correspondance

(Algèbre supérieure, Calcul différentiel et intégral, Géométrie analytique, Mécanique rationnelle, Stéréotomie, Physique, Chimie, Rédaction d'un projet.)

Envoi, sur demande, des renseignements détaillés et des conditions.



DU DOCTEUR DÉTOURBE

Masque-respirateur contre les poussières (poussières industrielles, infectieuses), adopté par l'Association des industriels de France contre les accidents du travail ; Prix : 6 francs.

Lunettes d'atelier perfectionnées contre les éclats, les poussières (adaptées au masque), la lumière ; Prix : cuivre, 3 fr. 25 ; aluminium, 3 fr. 50.

Commodité, efficacité. Pas de gêne de la respiration, de la parole, de la vue. Les plus hautes récompenses.

Vente : **GOULART**, 35, rue de la Roquette, Paris.

(Notice sur demande.)

MINES ET TRAVAUX PUBLICS

MARCEL GAUPILLAT ET C^{IE}

(Maison fondée en 1891)

SIÈGE SOCIAL : 39, Rue BOURET, à PARIS

FURNISSEURS DU MINISTÈRE DE LA GUERRE,
DE LA VILLE DE PARIS, DE DIVERS GOUVERNEMENTS ÉTRANGERS
ET DES PRINCIPALES MINES FRANÇAISES ET ÉTRANGÈRES

**DÉTONATEURS AU FULMINATE DE MERCURE
ET DÉTONATEURS A POUDDRE SPÉCIALE**

FORCES ÉLECTRIQUES, Brevetées S. G. D. G. en France et à l'Étranger

NOUVEL EXPLOSEUR ÉLECTRIQUE

système **GAUPILLAT-MANET**, breveté S. G. D. G. (Aout 1896)

En France et à l'Étranger

SOCIÉTÉ ANONYME

HUMBOLDT

BUREAUX : 19, Boulevard Haussmann, PARIS

MATÉRIEL DE MINES

MACHINES D'EXTRACTION

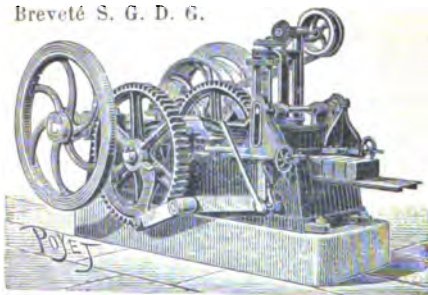
MACHINES D'ÉPUISEMENT

COMPRESSEURS D'AIR ET VENTILATEURS

PRÉPARATION MÉCANIQUE DES MINÉRAIS ET CHARBONS

MACHINE A BRIQUETTES

Breveté S. G. D. G.



Simple, Robuste et peu coûteuse

PRODUISANT A VOLONTÉ DES

BRIQUETTES PLEINES OU PERFORÉES

Pression élastique. — Cohésion 50 %

Agglomération de minerais de fer ou de manganèse, résidus de pyrites ou autres matières à brûler, venant pour en faciliter le traitement dans les hauts-fourneaux, etc., etc.

MACHINE A BOULETS

PLEINS OU PERFORES

250.000 BOULETS DE HOULE,

PLEINS OU PERFORES PAR JOUR

L'Agglomération sous un petit volume avec un trou central facilite la combustion des charbons mar et la calcination des minerais.

*Installation d'Usines à Briquettes produisant de 8 à 260 tonnes en 11 heures.
à des prix bien inférieurs à ceux des autres systèmes.*

MACHINE A CHARBON DE PARIS et à briquettes pour chemins de fer et chaudières de vapeur.
BROYEURS-PULVERISATEURS, broyage par percussion. Engrais, Charbons, Minerais, etc.
BROYEURS A MEULES, broyage et malaxage de matières quelconques.
CRIBLES ROTATIFS ou **A SECOUSSES**, classement des matières sèches.
LAVOIRS A BRAS ou **A VAPEUR**, classement par densité. Lavage des houilles.
MACHINES A BRIQUES à levier, pour terre ferme et demi-ferme, 6 à 7.000 par jour.
MACHINE A AGGLOMERER à pression simultanée sur deux faces, pour ciment, sucre, etc.
FOURS SECHEURS, NORIAS, TRANSPORTEURS, CONCASSEURS, MALAXEURS, ETC., ETC.

Th. DUPUY et FILS

5 MÉDAILLES D'OR

CONSTRUCTEURS — PARIS 4 MÉDAILLES D'OR

Digitized by Google

REVETS D'INVENTION

C. BLÉTRY Aîné, Ingénieur-Conseil
Successeur de **BLÉTRY Frères**, maison fondeur

NOTE

SUR

LES SOURCES MINÉRALES DE POGUES

(NIÈVRE)

Par M. G. FRIEDEL, Ingénieur des Mines,
Professeur à l'École des Mines de Saint-Étienne.

La bordure jurassique du bassin Parisien, très régulière sur presque toute sa longueur, se montre en un seul point disloquée par de grands accidents tectoniques; c'est dans cette anse du Nivernais que bordent, à l'est, le môle du Morvan, au sud, les formations permo-carbonifères et primitives du Bourbonnais, et au fond de laquelle débouchent la Loire et l'Allier. Les vallées de ces deux rivières, qui traversent, du sud au nord, plus des deux tiers du grand massif central, sont dues, ainsi que l'a montré M. Michel Lévy, à de larges plis synclinaux tertiaires, accentués à une époque récente par des effondrements linéaires nord-sud.

Ce sont ces effondrements qui, se prolongeant au nord jusqu'à travers les terrains secondaires du Nivernais, isolent le Morvan en un môle comparable aux Vosges ou à la Forêt Noire, et laissent apparaître par endroits, au milieu des formations secondaires, des îlots anciens (Decize, Saint-Saulge).

Ces grandes fractures nord-sud, dont les rejets sont souvent de plusieurs centaines de mètres et dont la continuité est telle que certaines peuvent être suivies sur 50 kilomètres de longueur et plus, sont en relation évi-

dente, dans le plateau central, avec les sources gazeuses qui abondent dans la Limagne et dans le Forez. Partout l'acide carbonique, dernière manifestation des éruptions volcaniques d'Auvergne, se montre dans leur voisinage immédiat. C'est aussi en intime corrélation avec le prolongement de ces mêmes accidents dans le Jurassique du Nivernais que se trouvent les sources de Pougues, sources gazeuses et alcalines également, tout à fait analogues à celles de Vichy, par exemple, mais modifiées par leur circulation à travers les sédiments secondaires. Elles constituent un dernier témoin avancé, vers le nord, des phénomènes volcaniques et hydrothermaux du massif central.

Des sondages, exécutés depuis quelques années dans le bassin de Pougues, ont causé des perturbations importantes dans le régime ancien des eaux. Si l'on doit regretter que des travaux inconsidérés, que la législation actuelle est pratiquement impuissante à prévenir, aient eu des effets nuisibles sur l'ensemble du bassin hydro-minéral, ces travaux n'en ont pas moins eu un résultat heureux : par les données nouvelles qu'ils ont fournies, par les perturbations mêmes qu'ils ont causées, ils ont permis de suivre l'allure souterraine des eaux avec une précision relativement grande et assez rarement atteinte dans d'autres bassins. C'est à ce titre qu'il a paru utile d'exposer les observations faites et les conclusions qu'on en a tirées.

Géologie. — Les sources de Pougues jaillissent dans une petite plaine située à 20 ou 30 mètres au-dessus du niveau de la Loire, à quelques kilomètres au nord de Nevers. Cette plaine (altitude moyenne : 190 mètres environ) est fermée de trois côtés par un amphithéâtre de collines : à l'est une ligne de hauteurs presque exactement droite et dirigée nord-15°-est environ (Mont Givre,

298 mètres ; collines de Mimont, 355 mètres) ; à l'ouest une autre ligne moins prolongée et moins haute (240 mètres, colline de Soulangy) interrompue, au sud, par la Loire et en son milieu par le ravin de Sesseigne, par où toutes les eaux de la plaine s'en vont à la Loire ; au nord, enfin, une série de mamelons de 250 à 300 mètres de hauteur qu'interrompent seuls, à l'ouest, l'étroit défilé où passe le chemin de fer de Paris à Nevers et, à l'est, la petite vallée d'Usseau à Eugnes, séparant la colline des Coques de celle de Mimont. Au sud, la plaine s'ouvre largement sur la Loire, vers Fourchambault. Le sous-sol est constitué par des terrains jurassiques, recouverts en partie dans la plaine par une épaisseur variable de sables de rivière récents. Dans la plaine les affleurements sont rares ; néanmoins, l'étude des collines, jointe aux données des sondages, suffit à déterminer avec assez d'exactitude la disposition des terrains (*fig.* 1 et 2, Pl. VII. Voir aussi la carte géologique au $\frac{1}{80.000}$, feuille de Nevers).

L'arête de l'est, bien que très rectiligne, présente de grandes variations d'altitude. Du sud au nord, elle s'élève lentement de Garchizy au Mont Givre, puis s'abaisse brusquement sur le flanc nord de cette hauteur, est remplacée sur plus de 2 kilomètres, de Pougues à Satinges, par une suite de mamelons arrondis peu élevés, et reprend de nouveau brusquement, dans la colline de Mimont, une altitude de plus de 350 mètres. Ces deux collines, de Mimont et du Mont Givre, sont couronnées par une puissante masse de calcaire jaunâtre à rognons siliceux qui n'existe pas dans la zone intermédiaire. On y trouve les *Ammonites anceps* et *coronatus*. Ce calcaire est donc callovien supérieur. Au dessous s'étend un horizon de marnes blanches de 8 à 10 mètres d'épaisseur à *Am. macrocephalus*, constituant le callovien inférieur ; le sommet de ces marnes est le principal niveau des sources d'eau douce

de la région. Sous les marnes on voit paraître, sur le flanc nord du Mont Givre, un banc de calcaire à entroques de 4 mètres environ de puissance, formant aux affleurements une corniche que l'on peut suivre vers l'ouest jusqu'à la route Nationale, à la sortie de Pouques vers Nevers. Exploité autrefois comme marbre à Mimont et aux Coques, ce calcaire forme dans la région un horizon très constant et facilement reconnaissable. C'est, si l'on veut, la dalle nacrée, contenant encore l'*Am. macrocephalus*, extrême sommet du bathonien ou base du callovien.

Ce calcaire à entroques repose sur une épaisseur assez variable, 20 à 30 mètres environ, de marnes blanches, dont les niveaux supérieurs sont riches en *Eudesia cardium*, *Zeilleria digona*, etc., et qui constituent le bathonien supérieur; à leur base apparaît un calcaire grossier, sans fossiles, non oolithique, exploité autrefois comme pierre à chaux au Tremblay, dont l'épaisseur ne dépasse guère 4 à 5 mètres, et qui représente probablement le bathonien moyen (grande oolithe d'Ebray). C'est encore un horizon très constant et aisé à retrouver. L'étude des accidents est grandement facilitée par le grand nombre d'affleurements visibles de ces deux bancs calcaires.

A partir de là, en continuant à descendre dans la série des terrains, on pénètre dans la zone qui intéresse directement la région des eaux minérales. Le bathonien inférieur et le bajocien supérieur forment une masse assez puissante, dont l'épaisseur ne peut être évaluée à moins de 80 mètres, de marnes bleuâtres ou grises entremêlées de petits bancs de calcaire marneux où abondent, dans la partie supérieure, des ammonites du bathonien inférieur (*Amm. procerus*, *Am. zig-zag*, etc...) et, sur les 15 mètres inférieurs, l'*Am. Parkinsoni*. Ces marnes affleurent notamment dans la tranchée du chemin de fer au sud de la gare de Pouques; on les retrouve presque

partout dans la plaine, sous les sables. En toutes circonstances elles se comportent comme un terrain parfaitement imperméable, et sont en même temps assez fermes et assez difficiles à délayer pour que les trous de sonde s'y conservent très longtemps intacts sans tubage.

Ces marnes se terminent à la base par un banc marneux rougeâtre à oolithes ferrugineuses qui, dans les sondages, annonce l'approche du *calcaire à entroques* bajocien. Ce calcaire, généralement grossier, caverneux, peu spathique, et qui doit ici sa désignation habituelle plutôt à son niveau géologique qu'à l'abondance des débris d'encrines, beaucoup moins nombreux que dans le calcaire du bathonien supérieur, forme la base du bajocien. Son épaisseur ne dépasse pas 5 à 6 mètres. On l'exploite à Fourchambault, où plusieurs carrières, voisines de la grande faille de Pougues, le montrent traversé de nombreuses cassures nord-sud et est-ouest, parallèles et perpendiculaires à cette faille. C'est le calcaire à entroques bajocien qui joue le plus grand rôle dans la circulation et la minéralisation des eaux de Pougues.

Enfin sous le calcaire commencent les marnes argileuses bleues du lias supérieur, imperméables comme celles qui surmontent le calcaire, mais plus tendres et contenant aussi, par endroits, quelques plaquettes calcaires perméables. Plusieurs sondages ont pénétré dans ces marnes; le plus profond (sondage Bert) les a traversées sur 80 mètres environ sans en atteindre la base. Elles n'affleurent nulle part dans la plaine ni dans les collines qui l'entourent. Les bélemnites y abondent assez pour que les sondages en ramènent de nombreux débris dès qu'ils les rencontrent.

Voici maintenant comment sont disposés ces divers étages : au Mont Givre le pendage des couches est faible et uniformément dirigé vers le sud-ouest. Le calcaire callovien qui couronne cette hauteur est coupé brusque-

ment au nord et ne reparait qu'à Mimont. Entre deux on n'en voit que des lambeaux isolés, généralement remaniés, partiellement dissous par les eaux superficielles et réduits à l'état de terre à silex. A Mimont, les couches sont presque horizontales, avec un léger pendage nord.

Dans la plaine deux régions sont à distinguer, séparées par une ligne est-ouest qui va du flanc nord du Mont Givre à la coupure de Sesseigne, en suivant une dépression qui passe au nord du parc de l'établissement thermal de Pougues et se poursuit par le thalweg du ruisseau de Germigny. Au sud de cette ligne est la région des sources minérales. Le village de Pougues, autour duquel jaillissent ces sources, en occupe l'angle nord-est. Ici le pendage, relativement accentué, est, vers le nord-est, exactement opposé à celui du Mont Givre. Mais, si l'on va vers la Loire du côté de Soulangy, le pendage diminue, puis s'annule et enfin passe au nord-ouest. Ce lambeau de terrain forme aussi une sorte de voûte très surbaissée dont la disposition s'accorde bien, comme on le verra, avec le sens du rejet des deux failles qui le limitent à l'est et à l'ouest. Au sud, vers Fourchambault, les strates de ce lambeau deviennent tout à fait horizontales, si ce n'est au voisinage immédiat des failles.

Dans la seconde partie de la plaine, au contraire, au nord de la ligne séparative indiquée ci-dessus, les couches plongent uniformément et faiblement au nord-ouest, ainsi que dans les collines qui bordent la plaine au nord et à l'ouest.

Failles. — Des failles séparent ces diverses régions. La plus intéressante, au point de vue qui nous occupe, est la grande faille de Pougues (faille de Sainte-Colombe d'Ebray). Elle est visible, à quelques mètres près, sur la route de Pougues à Fourchambault, à mi-chemin entre Pougues et Garchizy ; on voit affleurer en ce point, sur le

côté est de la route, les marnes à *Am. macrocephalus* du callovien inférieur et, sur le côté ouest, les marnes bajociennes à *Am. Parkinsoni*. Il y a donc là une faille importante, dont le rejet peut être évalué à 90 ou 100 mètres. De Fourchambault à Pougues la faille se suit assez aisément ; sa direction est nord-15°-est environ, c'est exactement celle du bord rectiligne des collines dont elle suit le pied. Mais, comme le pendage est nord-est sur la lèvre ouest et sud-ouest sur la lèvre est de l'accident, l'amplitude du rejet ne cesse de s'atténuer vers Pougues. Aux premières maisons de Pougues, sur la route de Nevers, apparaît à l'est de la faille le calcaire à entroques du bathonien supérieur, puis les marnes blanches bathoniennes, et, à la hauteur de Bourgneuf, aucune dénivellation ne peut plus être mise en évidence. On sait que, d'après les forages, le calcaire bajocien s'enfonce en ce point, sur la lèvre ouest de la faille, à plus de 60 mètres du sol. De l'autre côté, sur la route de Parigny, le calcaire bathonien moyen se montre à quelque 20 mètres au-dessus de Pougues. S'il y a une dénivellation, elle n'est donc pas appréciable aux affleurements.

Mais une recherche exécutée en 1891 sur des dégagements gazeux à Usseau, sur le prolongement exact de la même faille, en a fait reconnaître l'existence au pied de la colline de Mimont, avec un rejet de même sens qu'au sud de Pougues. D'ailleurs le bord si nettement rectiligne des collines, l'arête vive de Mimont à Eugnes qui fait suite exactement à celle du Mont Givre, montrent avec évidence que la fracture se prolonge en ligne droite jusqu'à Eugnes. Le rejet est à peu près nul à Pougues, mais l'existence de la faille n'est pas douteuse.

D'après la direction bien rectiligne jalonnée par les points connus de la faille, elle doit passer à peu près à 380 mètres à l'est de la source Saint-Léger, au voisinage immédiat du sondage de Bourgneuf. Au sud, elle va

passer à Fourchambault entre les sources Mimot et Montupet.

Son rejet, qui partout abaisse la lèvre orientale, atteint 90 à 100 mètres vers Clairefontaine, puis diminue au nord et s'annule à peu près vers Pougues. Mais, plus loin, la lèvre ouest se trouve relevée par des failles transversales, et le rejet reprend dans le même sens. La direction est celle des principales cassures de la région ; les fractures locales observables dans les bancs durs de la formation lui sont toujours à peu près parallèles ou perpendiculaires. Enfin l'importance de l'accident, en ce qui concerne la venue des eaux minérales, est mise en évidence par l'alignement des dégagements de gaz carbonique et d'eau minérale sur toute sa longueur : les dégagements gazeux d'Usseau, les sources de Pougues qui se trouvent dans son voisinage et dont la composition, comme on le verra, est fonction de la distance à la faille, les sources de Fourchambault et les nombreux dégagements de gaz carbonique observés dans les puits de ce bourg. Depuis longtemps on a attribué à la faille de Pougues un rôle dans la venue des eaux minérales. On cherchera plus loin à préciser ce rôle important.

Une autre faille limite à l'ouest la plaine de Pougues, c'est la faille de Soulangy, que l'on peut suivre au pied oriental de la colline de Soulangy. On la voit atteindre la Loire un peu à l'est du point où la route de Fourchambault à la Charité commence à suivre le fleuve. D'après la position du calcaire à entroques bajocien dans le lit de la Loire sur la lèvre est et celle du bathonien supérieur à Soulangy sur la lèvre ouest, on peut évaluer le rejet, qui est vers l'ouest, à 40 ou 50 mètres.

De là, l'accident se dirige vers le nord-10°-est, à peu près parallèlement à la faille de Pougues, passe entre le hameau des Gigots et la ferme des Barats, où son rejet conserve à peu près la même amplitude, et se perd sous

les alluvions de la plaine ; mais on en retrouve le prolongement probable dans une faille de même direction visible au pied de la colline de Chazellés, à 1 kilomètre environ du point où le chemin de Tronsanges quitte la route nationale (le rejet est de 35 mètres environ, vers l'ouest toujours).

Le voussoir de Pougues, ainsi limité par deux failles Nord 10 à 15° Est qui abaissent les terrains de part et d'autre, est géologiquement en saillie par rapport aux collines de Mimont-Mont Givre et de Soulangy. Au sud, aucune discontinuité ne paraît séparer les couches de Pougues de celles que l'on retrouve, de plus en plus horizontales, jusqu'à Fourchambault. Au nord, la limite entre les deux parties de la plaine distinguées ci-dessus est marquée encore par une faille : en suivant le calcaire à entroques bathonien supérieur dans la colline qui s'étend entre Tronsanges et Germigny, on le voit affleurer régulièrement à mi-côte, plongeant doucement au nord-ouest. En arrivant à l'étréot vallon du ruisseau de Germigny, les affleurements disparaissent et ne se retrouvent qu'au niveau du ruisseau. La chute est de 40 mètres environ. Cette nouvelle faille (faille de Germigny) s'étend dans la direction est-ouest. Elle a manifestement déterminé le creusement de la gorge où on l'observe. Son prolongement irait passer au nord de Pougues et déterminer l'arête rectiligne du Mont Givre au nord, bien qu'au nord du Mont Givre aucune faille de cette direction ne soit visible. Il paraît en être de cette faille comme de celle de Pougues, dont le rejet devient insensible par endroits, sans que pour cela on puisse se refuser à admettre le prolongement de la cassure. La faille de Germigny, dont le prolongement sous la plaine ne paraît pas douteux, mais que l'on ne peut suivre faute d'affleurements, irait, si on la suppose prolongée en ligne droite, passer non loin du lieu dit *l'Abîme*, où des dégagements de gaz observés

autrefois ont occasionné un sondage. Elle passerait entre le parc de l'établissement thermal et la ferme de Bramepain.

Enfin une dernière faille parallèle à la précédente, avec rejet de même sens, passe au nord du Tremblay et aboutit à la faille de Pougues vers Usseau (les Margats), bordant ainsi la plaine au nord. A Usseau, sur le côté ouest de la faille, le calcaire bajocien est relevé de 80 mètres environ par rapport à sa position à Pougues. C'est une limite inférieure de la somme des rejets des deux failles précédentes, car les couches plongent, très faiblement il est vrai, vers le nord.

Revenons à la subdivision sud de la plaine, dont la région des sources occupe l'angle nord-est. On n'y voit affleurer partout que les marno-calcaires du bajocien et du bathonien inférieur ou les sables de rivière qui en ont comblé les dépressions. Au dessous, le calcaire à entroques bajocien forme un horizon constant dont l'étude est le point capital de notre recherche, car c'est dans les fissures de ce calcaire que l'eau minérale trouve son principal chemin.

Les résultats des sondages montrent qu'il se relève vers le sud-ouest, de 63 mètres à la source Saint-Léon jusqu'à 21 mètres à la source Alice, la plus grande pente étant dirigée à peu près suivant la ligne joignant le sondage Guérault à la source Saint-Léon. La pente moyenne est de 40 millimètres par mètre environ. Si cette pente se continue, on doit trouver les affleurements du calcaire : vers l'ouest à 100 mètres environ du sondage de l'Abîme, vers le sud à 1.200 ou 1.300 mètres au sud de la gare de chemin de fer. Or le sondage de l'Abîme (exécuté en 1891 par la Compagnie des Eaux, sans résultat) a montré qu'en ce point, comme cela doit être d'après ce qui précède, le calcaire à entroques n'existe pas ; les sables granitiques récents ont là une épaisseur exceptionnelle : 10 mètres ; ils contiennent

quantité de fragments de bélemnites et recouvrent directement les marnes à bélemnites du lias. Les affleurements du calcaire sous les sables sont donc à l'est de l'Abîme, et aucune faille ne paraît modifier, de ce côté, l'allure normale des couches. Quant à la direction sud, si l'on ne voit pas affleurer le calcaire à 1.200 mètres au sud de la gare, on voit apparaître en ce point, dans la petite colline du moulin à vent, les couches riches en *Am. Parkinsoni* qui le surmontent immédiatement. Le calcaire apparaît plus loin vers Fourchanibault. Le pendage va donc simplement en s'atténuant vers le sud, sans accident. Ainsi, il semble impossible de reconnaître, dans la région des sources, d'autres véritables failles que celles qui la limitent.

Fractures sans rejet. — Mais on peut constater, en relation évidente avec la venue des eaux, un autre genre de fractures. Ce sont des fractures sans dénivellation, remplies tantôt d'argile, tantôt de sables granitiques à débris roulés de quartz et de feldspaths. Celles dont on a pu constater la direction sont parallèles aux grandes failles limites Nord 10° à 15° Est.

Il y a à Pougues deux sources naturelles, venant au jour sans sondages ni travaux profonds : la source Saint-Léger et celle dite Ancienne Source (aujourd'hui tarie à la suite de sondages très voisins). Chacune d'elles paraît en relation étroite avec une semblable fracture. Celle de l'Ancienne Source, sur laquelle on n'a que des renseignements incertains, aurait une largeur de 0^m,50 environ, et serait remplie au voisinage du sol d'une argile sableuse grise provenant évidemment de la lévigation des marnes encaissantes et du sable superficiel. Sa direction est nord-10°-est. Elle passerait exactement à l'Ancienne Source, et la source Élisabeth serait tout près, sur son bord est.

A Saint-Léger, des travaux exécutés autrefois pour l'approfondissement du puits d'embouteillage avaient fait reconnaître l'existence d'une cassure plane, verticale, sans rejet, traversant toute la largeur du puits (4 mètres) et dirigée nord-2°-est, c'est-à-dire à peu de chose près parallèle à la précédente. Son épaisseur de 3 à 4 centimètres environ était remplie d'argile molle. Cette cassure, qui d'ailleurs ne donnait aucune venue d'eau ni de gaz, passe à l'est de la source Saint-Léger.

Dans l'intention de rechercher si une fracture du même genre et de même direction ne servirait pas de cheminée d'ascension à la source, la Compagnie des Eaux fit creuser, en 1891, une tranchée est-ouest à la limite nord du parc, de manière à recouper la fracture présumée. Ce travail a permis de reconnaître une cassure sans dénivellation, dirigée encore nord-sud à quelques degrés près, d'une vingtaine de centimètres de largeur, et dont le prolongement passerait, à très peu près, à la source Saint-Léger. Cette curieuse fracture est remplie, non d'argile imperméable, mais de sable quartzes et feldspathique fin, imprégné d'oxyde de fer; sur les parois, la marne est rougie par l'oxyde de fer sur une épaisseur de 1 mètre à 1^m,50; sur une largeur plus grande encore on trouve disséminés au milieu de la marne de petits rognons concrétionnés de calcaire blanc attestant le passage ancien d'eaux minérales. Il paraît bien probable que c'est sur le prolongement de cette cassure, remplie de sables perméables, que jaillit la source Saint-Léger. On verra une confirmation de cette hypothèse dans ce que l'on connaît du mode de captage de la source.

Enfin un dernier groupe de faits montre le lien qui existe entre les venues d'eaux minérales de Pougues et ces cassures à remplissage argileux ou sableux : les sources Élisabeth et Alice, limpides quand leur débit est réduit, amènent au jour, quand on les laisse couler libre-

ment, des matières argileuses que l'on pourrait, à première vue, croire arrachées aux marnes en place, bien que l'état des sondages, nullement dégradés malgré les grands débits fournis longtemps par ces sources, ainsi qu'on a pu le constater comme nous verrons plus loin, indique que ces marnes ne se délaient que très difficilement. Mais avec ces argiles, d'une odeur toute particulière, arrivent en abondance des grains de sable feldspathiques et quartzeux, souvent des cristaux roulés de quartz bipyramidé porphyrique. Ces sables, complètement étrangers au terrain jurassique, et beaucoup trop abondants pour provenir, comme on l'a cru d'abord, du mortier de ciment et sable employé pour les captages, ne peuvent que s'être introduits après coup dans des cavités du terrain en place, vraisemblablement dans des cassures semblables à celles dont il vient d'être question. Ils sont identiques à ceux de la cassure du parc de l'établissement. On a pu d'ailleurs, dans les expériences dont nous parlerons, préciser les niveaux où ces deux sondages rencontrent les sables et constater que c'est de ces niveaux que viennent les eaux minérales.

L'origine de ces sables, identiques à ceux qui recouvrent une partie de la plaine, identiques aussi à ceux que l'on extrait de la Loire pour la construction, ne paraît pas douteuse : ils proviennent de la surface. Comme on le verra, il y a en profondeur dans le bassin de Pougues un afflux considérable d'eaux douces superficielles venant se mélanger aux eaux minérales après un trajet plus ou moins long à travers les terrains. Si cela est, rien de plus naturel que de voir ces eaux, dans leur descente, entraîner le sable qu'elles traversent et le déposer dans leur trajet ascensionnel.

Les sources.

Historique. — Avant 1889 il n'y avait à Pougues que deux sources naturelles et une captée par sondage :

1° L'*Ancienne Source*, peu importante, à peine captée, située au lieu dit le Ponteau, près de la gare de Pougues, dans le lit même du ruisseau (Voir le plan *fig. 3*). Les sondages voisins l'ont fait disparaître ; il est très probable que les travaux en cours d'exécution sur ces sondages la feront reparaitre, mais enfin elle n'existe plus depuis 1891, et les données manquent totalement sur son état ancien.

2° La source *Saint-Léger*, déclarée d'intérêt public par décret du 4 août 1860, qui reste de beaucoup la plus importante par les vertus médicales qu'on lui reconnaît et par l'embouteillage actif auquel elle donne lieu. Située dans le parc de l'établissement, cette source jaillissait autrefois au niveau du sol. D'une inscription plus ou moins authentique sur plaque de plomb trouvée dans le puits lors d'un épuisement à fond exécuté en 1891, il résulterait que, connue depuis de longs siècles, elle aurait été captée et aménagée pour la dernière fois en 1610. Quoi qu'il en soit, le captage est ancien et l'on n'en connaît que ce qui se voit à l'extérieur ou ce que les travaux, nécessités par l'abaissement du niveau d'émergence, ont fait découvrir.

L'eau s'élevait, jusqu'en 1891, dans un puits maçonné circulaire de 1 mètre de diamètre et de 2^m,60 de profondeur. Le trop-plein était à 0^m,40 au-dessous de la marge. Ce puits était fermé au fond par une dalle de pierre de 11 centimètres d'épaisseur, percée en son centre d'un orifice par où s'élevait l'eau accompagnée

d'abondantes venues de gaz carbonique. Quand, le niveau venant à baisser en mars 1891, on dut enlever cette dalle, on trouva au-dessous d'elle un second puits de 0^m,80 de diamètre sur 0^m,84 de profondeur seulement, fermé encore par une dalle de 18 centimètres d'épaisseur percée d'un trou central. Ici l'orifice était couvert d'une sorte de cheminée en pierre surmontée d'un chapeau de même matière, avec des fenêtres latérales disposées de manière à empêcher la chute au fond du puits des objets tombant de la surface : ces objets, monnaies anciennes, fragments de verre, etc..., étaient accumulés en abondance autour de la cheminée. La seconde dalle enlevée enfin, venait un puits, qui subsiste encore, de 0^m,54 de diamètre et de 3^m,75 de profondeur. Les 55 centimètres supérieurs de ce puits ont été enlevés, en sorte que la margelle actuelle est à 4^m,28 au-dessous de l'ancienne, et que l'ancien puits ne subsiste que sur une profondeur de 3^m,20. Il débouche au fond d'un large puits ovale de 3 mètres de petit axe, 6^m,25 de grand axe et 4^m,90 de profondeur au fond duquel on accède par des escaliers et où est installée la pompe qui envoie l'eau à l'embouteillage. Les travaux ont fait reconnaître que sur une largeur inconnue, mais supérieure à celle du puits actuel, il n'existe que du terrain rapporté, de l'argile principalement, et point de terrain naturel.

Le captage a donc été effectué autrefois au fond d'une large excavation à ciel ouvert au milieu de laquelle on a élevé la maçonnerie de l'ancien puits, en tassant de la terre argileuse autour. Mais l'eau ne jaillit pas directement du fond du puits, qui est formé d'une dalle en pierre : elle y accède par une petite galerie voûtée de 22 centimètres de largeur sur 51 centimètres de hauteur sous clef, trop étroite par conséquent pour qu'on ait pu l'explorer autrement qu'en y passant le bras. Cette galerie, qui débouche sur le côté nord, va en descendant doucement

à partir du puits et en même temps en tournant vers l'ouest. On ne connaît rien au delà.

Du côté ouest, lorsque le puits a été épuisé à fond, on a constaté d'abondantes venues de gaz par un joint de la maçonnerie. De ces deux faits et de ce qui a été dit plus haut on peut conclure, semble-t-il, que la cassure nord-sud qui donne accès à l'eau minérale passe sur le côté ouest du puits. On peut se demander pourquoi le puits n'a pas été établi sur le griffon même ; la conjecture la plus vraisemblable est que l'emplacement du griffon n'offrait pas une résistance suffisante pour fonder sur une base étroite la masse importante de maçonnerie et d'eau de l'ancien puits, mal soutenu latéralement par l'argile rapportée. Et, comme le terrain de Pougues est composé partout de bancs continus et peu inclinés de marnes dures ou de calcaires, on ne voit qu'une cassure argileuse ou sableuse assez large, semblable à celles que l'on connaît au voisinage et que l'on sait d'ailleurs avoir des rapports étroits avec la venue des eaux, qui puisse occasionner un défaut local de résistance du terrain. La galerie doit donc couvrir le ou les griffons sur une cassure analogue sinon identique à celle reconnue à peu de distance ; on l'a détournée latéralement pour trouver sur les marnes dures en place une base solide capable de supporter tout le poids du puits, tout en lui donnant une pente montante pour faciliter le dégagement des gaz.

3° Deux sondages, exécutés vers 1867, dits sondages Bert n° 1 et n° 2, n'existent plus comme sources minérales. L'un d'eux, le sondage n° 1, a fourni jusqu'en 1890 une eau peu abondante dont on verra plus loin la composition. Il atteignait le calcaire à entroques à 40 mètres du sol. Approfondi en 1890 après les premiers forages Massé, il fut poussé dans le lias jusqu'à 122 mètres de profondeur sans résultat. Comme il s'en dégagait une quantité de gaz assez importante en pure perte, on le boucha peu

de temps après en damant des pains d'argile dans le fond, non sans difficulté à cause des cavités qui s'étaient produites dans les marnes tendres liasiques.

En 1889, deux sondages (sondages Massé) furent exécutés successivement à quelques mètres de l'Ancienne Source : le premier, dit source *Alice*, donna d'abord un débit insignifiant ; le second, source *Élisabeth*, placé immédiatement au nord de l'Ancienne Source, fournit un débit plus important, mais d'une eau peu minéralisée, comme on le verra. Les deux forages sont à 15 mètres de distance l'un de l'autre, le sondage Alice à l'est du sondage Élisabeth. Le premier atteignait le calcaire à 20^m,70 de profondeur sans y pénétrer. Le second s'arrêtait dans les marnes à 17^m,60.

En même temps, divers sondages, restés sans résultats, étaient entrepris au voisinage de la source Saint-Léger (sondage Trochereau, sondage Bigouret). Alarmée des dangers que ces travaux pouvaient faire courir à la source Saint-Léger, et croyant remarquer déjà une certaine chute du niveau à la suite des sondages Massé, la Compagnie des Eaux usa de la déclaration d'intérêt public pour faire arrêter les derniers sondages encore en cours d'exécution et demander un périmètre de protection. Le périmètre fut accordé, par décret du 18 juin 1890, mais fort restreint et ne s'étendant que peu au-delà du parc de l'établissement (24 hectares). Les sources Massé, distantes de Saint-Léger de 800 mètres environ, étaient jugées inoffensives, la distance étant trop grande. D'ailleurs les données anciennes manquaient pour apprécier exactement la réalité de la chute de niveau statique peu importante annoncée par la Compagnie. Les documents retrouvés depuis permettent de l'évaluer à quelque 10 centimètres et reportent à une époque antérieure à 1887, probablement à l'exécution des forages Bert, une baisse plus importante de 40 centimètres environ. De 1857 à 1889, il y avait eu

une baisse de près de 50 centimètres, peu inquiétante par conséquent, et dont la cause n'apparaissait pas nettement. La minéralisation ne semblait pas atteinte, mais seulement le bouillonnement de gaz diminué.

Cependant la fièvre de sondages reprenait de plus belle, jusque tout contre les limites du périmètre, et principalement du côté de la faille. Ces sondages, dont certains étaient exécutés dans l'intention évidente de couper la source Saint-Léger entre le puits et la faille, ne donnèrent que des filets d'eau peu importants et n'agirent pas d'une manière sensible sur la source d'intérêt public : ce sont les sondages dits Jeanne-d'Arc et Grande-Source, au nord-est de Saint-Léger, le premier ayant rencontré le calcaire à 61 mètres de profondeur, le second à 63^m,50; puis le sondage Saint-Léon, un peu plus à l'est et contre la limite du périmètre, trouvant le calcaire également à 63^m,50; ces trois derniers donnent passage à de petites sources (1 litre par minute environ). Le sondage de Bourgneuf, placé presque sur la faille, à l'extrémité est de l'ancien périmètre, a rencontré le calcaire à 60 mètres et n'a fourni que des dégagements de gaz carbonique; le sondage Guérault, placé, au contraire, au sud, à l'angle de la route nationale et de l'avenue de la gare, n'a donné également qu'un débit insignifiant qui n'a jamais été capté (calcaire à 39^m,80). Il faut citer encore un sondage placé non loin des sources Massé, dans la propriété Bert, lequel a trouvé le calcaire à 19^m,50 et a été poursuivi sur 48 mètres de profondeur sans fournir autre chose que de l'eau douce. Enfin le sondage dit de l'Abîme, placé à plus de 2 kilomètres de la faille, et qui, comme nous l'avons dit, n'a rencontré sur ses 20 mètres de profondeur que 10 mètres de sable de rivière et 10 mètres de marnes liasiques sans trouver le calcaire.

Au total, ces nombreux sondages avaient produit bien peu de résultats; seule la source Saint-Léon donnait 1 ou

2 litres par minute d'une eau utilisable et bien captée, quand, en mars 1891, l'eau de la source Élisabeth étant jugée trop pauvre en gaz et en sels dissous, le propriétaire des sources Élisabeth et Alice se décida à approfondir ce dernier sondage dont l'eau, trop peu abondante, était plus minéralisée, et qui s'arrêtait, on s'en souvient, à la surface du calcaire. Le sondage, poursuivi au diamètre de 8 centimètres à travers le calcaire à entroques, sur 5^m,23 seulement, livra passage d'abord à deux venues d'eau assez abondantes à 23^m,50 et 24 mètres environ de profondeur, puis à 26 mètres à un jaillissement extraordinaire d'eau minérale très riche en gaz carbonique. L'eau jaillit pendant quelque temps par le tube de 8 centimètres de diamètre du captage jusqu'à plus de 5 mètres au-dessus du sol ; puis ce débit énorme, évalué à 1 1/2 ou 2 mètres cubes par minute, diminua graduellement pour se fixer à 200 ou 250 litres environ au bout de quelques mois.

Cette fois l'effet produit sur la source Saint-Léger fut indéniable, **sans** être immédiat cependant. Quatre jours après le jaillissement de la source Alice, le niveau commençait à baisser lentement ; retardée par les chutes de pression atmosphérique et accélérée par les relèvements de pression, cette baisse se poursuivit, rapide d'abord, puis de plus en plus lente, pendant près d'une année. En octobre 1891, elle était évaluée à 2^m,50 environ (niveau statique), et depuis lors jusqu'à l'établissement du régime actuel elle s'est accrue de 1 mètre. Au total, la chute du niveau statique depuis 1857, date des premiers relevés connus de niveaux et de débits, est de 4 mètres environ, dont 0^m,50 avant mars 1891 et 3^m,50 depuis lors. En même temps, ce qui est infiniment plus important, car l'abaissement du niveau de l'embouteillage n'est, en somme, qu'un inconvénient minime, la minéralisation diminuait à peu près d'un tiers.

A la suite de ces faits, une extension du périmètre de

protection fut demandée et obtenue par décret du 30 juin 1892 ; ce périmètre, d'une étendue de 746 hectares, est limité à peu près aux failles décrites ci-dessus, de façon que dans le lambeau continu de terrain où jaillissent les sources, aucune recherche nouvelle n'a été entreprise, et ne le sera à l'avenir sans qu'il ait été reconnu qu'elle est sans inconvénient.

Régime des eaux minérales. — Toutes les eaux minérales de Pougues jaillissent du calcaire à entroques bajocien, comme aussi d'ailleurs celles de Fourchambault. Celles qui arrivent au jour naturellement (Saint-Léger. Ancienne Source) traversent les marnes imperméables superposées au calcaire à la faveur de cassures remplies de sables granitiques plus ou moins argileux ; les autres, auxquelles un chemin artificiel a été frayé au moyen de sondages, proviennent du même niveau géologique (Alice. Bert, Jeanne-d'Arc, Grande-Source, Saint-Léon). Accessoirement, des venues de gaz peu abondantes ont été constatées au-dessous du calcaire, dans des plaquettes calcaires intercalées au sommet du lias (Saint-Léon, à 8 et 16 mètres au-dessous du calcaire environ), ou au-dessus (Bourgneuf, à 25 mètres du sol, soit à 35 mètres au-dessus du calcaire, probablement dans la faille de Pougues elle-même).

Enfin à la source Élisabeth le sondage, qui n'a pas atteint le calcaire, a rencontré dans les marnes un niveau sableux ou plus probablement une cassure remplie de sable qui le met en communication directe avec le calcaire.

Sur ce dernier point des expériences directes ont été effectuées en mars 1897. Un ballon de caoutchouc épais, protégé extérieurement par une forte enveloppe de toile, et muni d'un petit tube permettant d'y insuffler de l'air au moyen d'une pompe, a été descendu dans le forage au moyen d'un tube de fer qui le traversait de part en part

dans deux tubulures opposées, solidement fixées par deux ligatures. Le ballon, étant d'un diamètre un peu supérieur à celui du forage, l'obturait complètement aux points où les parois en étaient en bon état de conservation, et l'eau venant des niveaux inférieurs pouvait être recueillie par le tube central ou arrêtée complètement en fermant l'extrémité de ce tube (parfois remplacé d'ailleurs par une simple tige).

A la source Élisabeth ce dispositif permit de constater que jusqu'à quelques décimètres au-dessus du fond on ne rencontre que des marnes dures et non dégradées où l'obturation se fait exactement. Tout écoulement d'eau au-dessus du ballon cesse quand le ballon est gonflé. Seulement au fond, entre 17 mètres et 17^m,60, le ballon est gonflé sans obturer ; il y a donc là une cavité, une région où le terrain s'est délayé ; c'est de là que provient l'eau, et de là évidemment aussi que proviennent les sables que la source ramène au jour.

En même temps, un manomètre étant monté sur la source Alice fermée, quand on obturait la source Élisabeth en gonflant le ballon, on constatait presque instantanément, au bout de quelques secondes, un relèvement brusque de la pression. Et inversement quand, dégonflant le ballon, on laissait couler la source Élisabeth.

Or le même procédé employé à la source Alice fit reconnaître que toute l'eau minérale provient du calcaire à entroques, dans trois niveaux bien distincts (de 23^m,40 à 23^m,76 ; de 24^m,09 à 24^m,34 ; de 25^m,62 à 26^m,03, ce dernier étant le niveau principal). L'obturation au-dessus du premier niveau arrête totalement l'écoulement. On put même, par ce moyen, mesurer séparément les débits des trois venues et en faire des prises pour l'analyse, qui révèle des compositions très différentes, d'ailleurs appréciables au seul goût de l'eau. On reviendra sur ce point.

Il résulte de là évidemment que, puisque la source Alice arrive au forage dans le calcaire à entroques, suivant la règle générale à Pougues, et puisque l'une au moins des nappes qui l'alimentent est en communication immédiate avec la source Élisabeth, c'est que les sables de cette dernière source la mettent en communication directe avec le calcaire. C'est donc d'une manière absolument générale que l'on peut dire que toutes les eaux de Pougues circulent dans ce calcaire, qui forme au-dessous de Pougues un niveau aquifère bien défini, mais susceptible de fournir des débits très variables suivant les points : plusieurs sondages (forages Trochereau, Guérault, forage dans la propriété Bert) l'ont traversé sans y trouver d'eau minérale.

On doit se demander maintenant d'où viennent ces eaux et comment elles circulent dans le calcaire. C'est sur quoi l'étude de leur composition chimique va nous donner des renseignements précieux.

Régime antérieur à 1891. — Considérons d'abord l'état du bassin avant le grand jaillissement de la source Alice en mars 1891, c'est-à-dire à peu près son état naturel, car les forages antérieurs, de très faible débit, n'avaient pu agir que faiblement sur les conditions de venue au jour des eaux, tant comme débits que comme minéralisation.

Les eaux contiennent toutes, d'une part, une proportion importante d'alcalis, principalement de soude, et accessoirement de potasse ; d'autre part, une quantité analogue, généralement plus grande encore, de chaux, et accessoirement de magnésie ; un peu d'acides chlorhydrique et sulfurique, mais surtout un grand excès d'acide carbonique.

Il n'est pas douteux que ce n'est pas dans le calcaire à entroques que les eaux trouvent à dissoudre les alcalis

qu'elles contiennent; au contraire, l'acide carbonique qu'elles renferment les rend aptes à dissoudre le carbonate de chaux dans leur circulation à travers les fissures de cette roche. L'existence même de l'acide carbonique en quantités importantes prouve que ces eaux ne sont pas simplement des eaux d'infiltration se chargeant de sels dans un trajet souterrain à travers les couches jurassiques, mais qu'elles viennent, en partie du moins, d'une profondeur plus grande. L'origine volcanique du gaz carbonique qui se dégage en tant de points du plateau central n'est pas douteuse. Il faut donc, au moins pour ce qui est des alcalis et de l'acide carbonique, admettre que c'est dans un trajet souterrain inconnu, à grande profondeur, dans des formations primitives ou volcaniques, que l'eau se minéralise en alcalis et se charge de gaz.

Il en est exactement de même à Vichy, par exemple, où les eaux alcalines et gazeuses s'élèvent par des fractures à travers des couches tertiaires marneuses tout à fait analogues, comme consistance et comme imperméabilité, aux marnes jurassiques de Pougues, mais proviennent sans aucun doute de terrains cristallins riches en alcalis. A Vichy, pour continuer cette comparaison, les eaux jaillissent en certains points directement des fractures (Grande-Grille, Puits Carré, Hôpital, Célestins); mais, en outre, rencontrant en divers niveaux des bancs de sable perméable intercalés dans les marnes, elles s'y répandent, et ces sables constituent ainsi des nappes aquifères très régulières où un sondage placé en un point à peu près quelconque rencontre toujours l'eau minérale. Ces nappes sableuses, bien que très perméables, sont en fait très complètement isolées des eaux superficielles, sans doute par l'effet même de la force ascensionnelle de l'eau minérale et de la tension du gaz. De sorte que tous les sondages convenablement captés donnent des eaux exac-

tement identiques comme composition d'un bout à l'autre de ce vaste bassin, et identiques aussi à celles des grands filons naturels de Vichy. Elles n'empruntent à peu près rien aux terrains sableux dans lesquels elles circulent.

A Pouques il en est tout autrement. L'alignement des venues de gaz de Fourchambault à Usseau le long de la grande faille de l'est tend à indiquer dès l'abord que c'est le long de cette fracture que s'élèvent, venant de régions profondes, les eaux chargées d'acide carbonique et d'alcalis, tout à fait analogues à celles de Vichy. Ces eaux rencontrent, à 60 ou 65 mètres du sol, le banc de calcaire bajocien, perméable, comme tous les calcaires, grâce à des fendillements particulièrement nombreux au voisinage de l'accident. Elles s'y infiltrent et n'arrivent au jour, par les fractures sableuses naturelles ou par les sondages, qu'après un trajet assez long dans le calcaire.

Il est clair que, si cette manière de voir est exacte, on ne doit trouver nulle part une teneur en alcalis plus élevée que dans les eaux issues des sondages les plus voisins de la faille. Et, si cette teneur se trouve moindre pour telle ou telle source, c'est que celle-ci reçoit un afflux d'eaux étrangères non alcalines, soit par suite d'un mélange s'effectuant dans le gisement même, soit par l'effet d'un défaut de captage. D'autre part, la teneur en chaux doit être variable; sans afflux d'eaux superficielles, elle doit augmenter à mesure que croît la distance à la faille; un afflux d'eau douce peut atténuer ou même renverser cette augmentation, mais, comme on a dans la teneur en alcalis un moyen de retrouver la proportion de cet afflux d'eau douce, on devra, en le défalquant, constater un accroissement continu de la teneur en chaux en s'éloignant de la faille. Pour effectuer la correction, il suffira de rapporter la teneur en chaux à une teneur constante en alcalis.

Il existe au voisinage de la faille un repère excellent

dans le sondage Saint-Léon, bien capté, situé à 190 mètres environ à l'ouest de l'accident. C'est le sondage le plus rapproché de la faille (le sondage de Bourgneuf n'ayant pas donné de résultat). Conformément aux vues exposées ci-dessus, la source Saint-Léon est plus riche en alcalis que toutes les autres sources de Pougues. Peu avant le jaillissement de la source Alice l'eau contenait 0^{gr},763 de soude (Na_2O) par litre.

Or cette teneur, loin de se maintenir constante comme à Vichy dans toutes les sources du bassin, ne cesse de décroître graduellement vers l'ouest, à mesure que croît la distance à la faille. Le tableau suivant montre cette décroissance d'après toutes les analyses effectuées avant mars 1891 (*).

	Distance à la faille	Teneur en Na_2O par litre	Analyses
Saint-Léon....	190 mètres	0,763	Parmentier, 1891; avant Mars.
Grande-Source.	250	0,722	Parmentier, 1891; avant Mars.
Jeanne-d'Arc...	320	0,569	Parmentier, 1890.
Saint-Léger....	380	0,535	Moyenne de 5 analyses de 1866 à 1891, avant Mars.
Bert.....	660	0,295	Bouis, 1867.
Alice.....	940	0,255	Truchot, 1891; avant Mars.
Élisabeth.....	955	0,212	Carnot, 1890.

Une diminution si régulière ne saurait être l'effet du hasard ; elle indique un afflux d'eau non alcaline, croissant régulièrement vers l'ouest, indépendant par suite des conditions particulières de jaillissement et de captage de chaque source et s'effectuant évidemment dans le gisement même des eaux, dans le calcaire à entroques.

(*) Les distances à la faille ne sont connues qu'approximativement, mais, la direction de l'accident étant bien connue, l'erreur est constante sur les différentes distances.

Cela étant admis, et nous en verrons tout à l'heure d'autres preuves, nous ne connaissons pas la teneur en soude des eaux qui s'élèvent le long de la faille, mais nous pouvons prendre pour type celle qui s'en rapproche le plus, celle de Saint-Léon, et en conclure un minimum de la quantité d'eau superficielle non alcaline que contenait l'eau de chaque source avant l'approfondissement du forage Alice.

Grande-Source....	1 partie d'eau de St-Léon	+ 0,057	} parties d'eau douce
Jeanne-d'Arc.....	»	+ 0,34	
Saint-Léger.....	»	+ 0,43	
Bert.....	»	+ 1,6	
Alice.....	»	+ 2	
Élisabeth.....	»	+ 2,6	

Quant à la potasse, elle n'existe qu'en très petite quantité ($\frac{1}{20}$ environ du poids de la soude, rapport à peu près constant et analogue à celui des eaux de Vichy). Dans ces conditions, son dosage, effectué par des chimistes différents, est trop sujet à erreurs pour que l'on puisse en tirer aucune conclusion.

Pour la chaux, le tableau des teneurs, d'après les mêmes analyses, est le suivant.

	Teneur en CaO par litre.
Saint-Léon.....	0,559
Grande-Source.....	0,650
Jeanne-d'Arc.....	0,745
Saint-Léger.....	0,674
Bert.....	(*)
Alice.....	0,632
Élisabeth.....	0,587

Il y a bien, comme on doit s'y attendre, accroissement

(*) L'analyse de 1867 réunit la chaux et la magnésie sous forme de carbonate.

rapide de la teneur en chaux à partir de la faille vers l'ouest. Mais cette teneur atteint un maximum vers la source Jeanne-d'Arc et, à partir de là, décroît jusqu'aux limites occidentales du bassin, lentement d'abord, puis brusquement de la source Alice à la source Élisabeth (*). Le diagramme (*fig. 4*, Pl. VII) où l'on a porté en abscisses les distances à la faille, et en ordonnées les teneurs en chaux et soude, met bien en évidence cette loi. On conçoit que, si la dissolution du calcaire augmente bien continuellement la quantité totale de chaux transportée par un litre d'eau venant de la faille à mesure qu'il chemine dans le calcaire, l'afflux d'eau douce peut cependant devenir tel, à partir d'une certaine distance, qu'il compense et au delà l'accroissement de la teneur en chaux. D'où le maximum observé. Mais, si l'explication est exacte, on doit, en défalquant l'afflux d'eau douce précédemment calculé, en rapportant les teneurs en chaux à l'eau alcaline seule, trouver des proportions de chaux régulièrement croissantes depuis la faille vers l'ouest. C'est ce que nous ferons en considérant les variations du rapport du poids de chaux au poids de soude par litre (*fig. 5*).

	Distance à la faille	Rapport $\frac{\text{CaO}}{\text{Na}_2\text{O}}$	(Mêmes analyses que ci-dessus.)
Saint-Léon	190 mètres	0,73	
Grande-Source.....	250	0,90	
Jeanne-d'Arc.....	320	1,31	
Saint-Léger	380	1,26	
Bert	660	?	
Alice.....	940	2,48	
Élisabeth.....	955	2,77	

La diminution après maximum se transforme bien en accroissement continu, sauf légère divergence pour

(*) La magnésie suit la même loi, mais, comme elle est moins soluble, son maximum est plus voisin de la faille, à la Grande Source : l'accroissement est plus rapidement compensé par l'afflux d'eau douce.

Jeanne-d'Arc et Saint-Léger, dont l'ordre est interverti; mais il s'en faut d'une quantité de l'ordre des erreurs d'analyse admissibles, et, de plus, il est évident qu'en ne considérant que la *distance* géométrique à la faille, nous ne tenons pas compte de la distance réelle qui, au point de vue de la dissolution du calcaire, se mesurerait plus exactement par le *temps* pendant lequel l'eau reste en contact avec le calcaire. La distance en est le facteur le plus important, mais non le seul. On le verra nettement plus loin, au sujet des trois niveaux de la source Alice actuelle.

Ainsi, il semble tout à fait démontré que les eaux de Pougues résultent du mélange de deux eaux d'origines différentes : l'une, gazeuse et principalement alcaline, probablement analogue aux eaux de Vichy, s'élève par la faille, et de là pénètre dans le calcaire qu'elle parcourt de l'est à l'ouest dans un réseau de fissures normales et parallèles à la grande fracture. Elle s'y charge peu à peu de bicarbonate de chaux, jusqu'à en contenir près de quatre fois plus à la source Élisabeth qu'à la source Saint-Léon. Son origine est inconnue, mais certainement profonde et lointaine.

L'autre vient des environs immédiats, des affleurements du calcaire ou des cassures remplies de sable qui le mettent en communication avec la surface, et est exempte de sels dissous et de gaz. Elle dilue l'eau minérale proprement dite, diminue graduellement vers l'ouest la teneur en soude et combat l'accroissement de la teneur en chaux qui tend à se produire dans la même direction. Le mélange se fait en dehors des sources et des captages, dans le calcaire même, graduellement de l'est à l'ouest, et ne saurait être évité. La cause en est dans la nature même du gisement.

Quant au mode d'infiltration de ces eaux superficielles, il est facile de le concevoir : partout où les affleure-

ments du calcaire ou des cassures perméables qui communiquent avec lui se trouvent au-dessus du niveau statique des eaux minérales, les eaux pluviales y pénètrent en refoulant les eaux minérales. C'est ce qui a lieu, par exemple, actuellement dans la cassure de la source Saint-Léger. On le voit mieux encore au sondage exécuté dans la propriété Bert : ce sondage, placé à peu de distance et à 9 mètres au-dessus des sources Massé et où l'eau se tenait autrefois au niveau du sol, est devenu, depuis le jaillissement de la source Alice, un puits absorbant où le niveau se tient à plus de 7 mètres du sol et où disparaissent en peu d'instants des mètres cubes d'eau de pluie. Naturellement, ces effets d'absorption des eaux superficielles, remarqués en maints endroits depuis 1891, sont plus étendus depuis que le jaillissement de la source Alice a abaissé partout le niveau statique des eaux minérales, agrandissant ainsi la zone où le refoulement des eaux minérales par les eaux naturelles est possible, et accroissant aussi la vitesse de ce refoulement, mais ils n'en ont pas moins existé de tout temps.

Pendant la période de perturbations qui suivit l'approfondissement de la source Alice, un assez grand nombre d'analyses furent faites. Pour la source Saint-Léger, où la quantité de gaz libre avait beaucoup diminué, la perte en sels dissous fut considérable. En juillet 1891, le résidu fixé à 180° tombait déjà de 2^{sr},5, chiffre antérieur, à 1^{sr},7, soit une perte de 32 p. 100; en octobre, il atteignait 1^{sr},20; le 1^{er} novembre, il n'était plus que de 0^{sr},80. Mais en même temps le débit diminuait graduellement à la prise d'embouteillage telle qu'elle était placée à cette époque, pour s'annuler précisément ce 1^{er} novembre. Or on observait dès cette époque qu'un appel effectué sur l'eau minérale, en abaissant le niveau de l'eau dans le puits, améliorerait très rapidement la qualité de l'eau, tandis que la stagnation, l'élévation de la source à son

niveau maximum, sans débit ou à faible débit, produisait l'effet inverse. Aussi, lorsqu'on dut successivement, pour pouvoir continuer à embouteiller, abaisser le niveau de la prise, vit-on le résidu salin augmenter de nouveau. Pour comparer les états de la source à deux époques différentes, il faut le faire au moins à débit égal. Dans ces conditions on peut évaluer à $1/3$ environ la perte de minéralisation subie par la source Saint-Léger.

Pour la source Alice, qui donnait, le 20 mars 1891, soit le lendemain de son jaillissement, $1^{\text{re}},845$ de résidu (an rouge sombre), elle n'en fournissait que $1^{\text{re}},585$ en avril, $1^{\text{re}},580$ en mai, $1^{\text{re}},280$ en juin, soit encore une perte de $1/3$ environ, à mesure que le débit énorme du début allait en diminuant.

La source Élisabeth, qui donnait $1^{\text{re}},66$ de résidu à 180^{e} au moment de son jaillissement, en 1890, n'en donnait que $0^{\text{re}},70$ en septembre 1891.

Régime actuel : mars 1897. — On voit que ces analyses indiquent toutes un abaissement général de la minéralisation : il est cependant difficile d'en rien tirer de précis pour cette période transitoire où toutes les données variaient sans cesse. Il fallait, pour reprendre l'étude chimique, attendre qu'un nouvel état d'équilibre fût atteint, condition sensiblement réalisée aujourd'hui depuis assez longtemps. En mars 1897, la source Saint-Léger se trouvait dans l'état qui sera décrit plus loin, à quelque $3^{\text{e}},60$ au-dessous de son ancien niveau ; la source Alice, depuis plusieurs années, était réglée au faible débit de 3 litres par minute, et en fournissait environ 250 quand on ouvrait en grand le tube de 8 centimètres de diamètre du captage ; mais l'effet de ce réglage au point de vue du relèvement de la pression dans l'ensemble du bassin était à peu près nul à cause de la communication existant entre cette source et la source Élisabeth ; celle-ci, en

effet, mal captée, ne pouvait être fermée ni réglée, une fuite importante dans le captage laissant échapper l'eau en abondance. A ce moment une série d'échantillons furent pris simultanément pour l'analyse et étudiés au laboratoire de l'École des Mines de Saint-Étienne : l'un à la source Saint-Léger, un autre à Saint-Léon, puis à Élisabeth, et enfin trois à la source Alice, au moyen du dispositif décrit ci-dessus. De ces trois derniers, l'un provient d'au-dessous de 25 mètres et représente la venue inférieure seule ; un autre, au-dessus de 24 mètres, représente la venue supérieure seule ; le troisième, enfin, pris au-dessous de 24 mètres, les deux venues inférieures ensemble. Les débits de ces trois nappes ayant été mesurés en même temps, on peut, de la dernière analyse, conclure la composition de la venue intermédiaire. Ce sont : nappe supérieure, 43 litres par minute ; nappe moyenne, 8 litres ; nappe inférieure, 190 litres.

On a dosé l'extrait sec à 180°, la chaux (après séparation sans dosage de la silice, de l'alumine, du fer et de la magnésie), enfin les alcalis en les transformant en sulfates sans séparer la potasse, dont les analyses antérieures montrent qu'il suffit de tenir compte en admettant que son poids est de 1/20 environ de celui de la soude.

Les résultats ont été les suivants :

	Résidu sec	Chaux	Alcalis (soude + $\frac{1}{20}$ potasse)
Saint-Léon.....	2,5629	0,7078	0,490
Saint-Léger.....	1,7880	0,4911	0,335
Alice {	niveau infér. (190 ^l) 2,0932	0,6102	0,341
	niveau moyen (8 ^l) 3,147	0,751	0,409
	niveau supér. (43 ^l) 1,9270	0,5831	0,268
		moyenne 2,088	moyenne 0,6101
Élisabeth.....	0,9431	0,4141	0,064
			moyenne 0,321

Reprenons les mêmes raisonnements que plus haut. La teneur en alcalis va toujours en diminuant de l'est à

l'ouest, avec une chute brusque à la dernière source, indiquant en ce point un afflux énorme d'eau douce. En conservant comme type l'eau la plus riche en alcalis que l'on ait observée à Pougues, celle de Saint-Léon avant mars 1891, les mélanges relatifs à chaque source s'expriment de la manière suivante :

Saint-Léon .	1 part. de St-Léon anc. +	0,55 d'eau douce.	
Saint-Léger.	"	+ 1,28	"
Alice.....	{ niveau inférieur.....	+ 1,24	} " { moyenne 1,38
	{ niveau moyen.....	+ 6	
	{ niveau supérieur....	+ 1,85	
Élisabeth.....		+ 11,5	"

Les teneurs en chaux varient irrégulièrement d'un point à l'autre, mais en les rapportant à la teneur en alcalis, elles donnent :

	Rapport $\frac{\text{Chaux}}{\text{Alcalis}}$
Saint-Léon.....	1,44
Saint-Léger.....	1,47
Alice (moyenne).....	1,90
Élisabeth.....	6,78

On voit que, comme avant 1891, la teneur en chaux, rapportée à la teneur en alcalis, croît sans cesse quand on s'éloigne de la faille.

Les nouvelles analyses confirment donc complètement les conclusions anciennes relatives à la double origine des eaux. Les teneurs sont très différentes de ce qu'elles étaient, mais suivent les mêmes lois.

On voit aussi que, comme on devait s'y attendre, l'accroissement de l'afflux d'eau douce, dû à l'abaissement du niveau des eaux minérales, a refoulé vers l'est le maximum de la richesse en chaux, qui autrefois se trouvait vers les sources Jeanne-d'Arc et Saint-Léger. Aujourd'hui la source Saint-Léon, appauvrie en soude, est la plus riche en chaux. Plus sodique que calcique avant le changement

du régime, elle est devenue beaucoup plus calcaïque que sodique.

L'eau de Saint-Léger reçoit aujourd'hui trois fois plus d'eau douce qu'avant 1891 dans les conditions actuelles du débit. Il est remarquable que la diminution de la quantité de sels dissous a porté presque autant sur la chaux que sur la soude (pertes : sur la soude, $1/3$ environ ; sur la chaux, $1/4$). Il faut voir là évidemment l'indice d'un afflux d'eaux superficielles au voisinage immédiat de la source, dans la cassure même qui lui donne passage. Autrefois refoulée par l'eau minérale, quand celle-ci s'élevait jusqu'au sol, cette eau vient se mélanger avec elle depuis que le niveau se tient à plusieurs mètres au-dessous du sol ; n'atteignant pas le calcaire, elle ne se charge pas d'acide carbonique et de chaux, comme le font les eaux douces qui se mêlent à l'eau minérale dans le calcaire, et tend par conséquent à diminuer proportionnellement les teneurs en chaux et alcalis (rapport $\frac{\text{CaO}}{\text{Na}^2\text{O}}$ ancien 1,26 ; actuel 1,47).

De sorte qu'à part un certain accroissement relatif de la chaux, dû à l'accroissement de la quantité d'eau douce venant par le calcaire, laquelle diminue la soude sans diminuer proportionnellement la chaux, l'eau actuelle de Saint-Léger diffère assez peu de l'eau ancienne, mais diluée des $\frac{3}{5}$ de son volume d'eau pure venue en majorité du voisinage immédiat de la source.

Les analyses de la source Alice donnent lieu à une remarque intéressante. Si l'on calcule séparément pour chacun des niveaux le rapport $\frac{\text{chaux}}{\text{alcalis}}$, on trouve :

Niveau inférieur (190 ^l).....	1,79
Niveau moyen (8 ^l).....	6,9
Niveau supérieur (43 ^l).....	2,18

Il est très curieux d'abord de constater que ces trois venues d'eau d'un même sondage, séparées par quelques décimètres seulement l'une de l'autre, aient non seulement des minéralisations totales très diverses, mais des proportions relatives de chaux et de soude extrêmement différentes. Le second niveau notamment, très riche en chaux et pauvre en alcalis, présente le même rapport que la source Élisabeth, qui ne paraît être qu'une dilution de l'eau de ce niveau. On a pu en conclure avec quelque vraisemblance, que la communication des deux sources a lieu par ce niveau moyen. Quoi qu'il en soit, ce qui apparaît bien nettement, c'est que le rapport $\frac{\text{chaux}}{\text{alcalis}}$ est d'autant plus élevé pour chacun des trois niveaux que son débit est plus faible. Ceci vient à l'appui des conclusions déjà indiquées sur l'origine de l'eau : bien que les trois sources qui se réunissent dans ce sondage soient prises à la même distance horizontale de la faille, les eaux du niveau inférieur, les plus abondantes, séjournent moins longtemps au contact du calcaire, et leur rapport $\frac{\text{chaux}}{\text{alcalis}}$ est ce qu'il serait pour une source moins abondante plus proche de la faille ; et il en est de même de la proportion d'eau douce. Un accroissement de débit agit comme une diminution de distance à la faille. Quand on accroit le débit en un point donné, on exerce sur les eaux de la faille un appel qui l'emporte sur l'appel d'eau douce : l'eau devient plus alcaline et relativement moins calcaire, en même temps moins diluée. Cette règle, générale à Pougues, se vérifie également sur les autres sources, notamment à Saint-Léger.

On remarquera aussi que pour que les trois niveaux de la source Alice, si voisins (intervalle supérieur, 0^m,33 ; inférieur, 1^m,28), présentent une telle diversité de minéralisation et suivent chacun pour son compte les lois indi-

quées ci-dessus, il faut que leur séparation s'effectue loin de la source. Cela tendrait à prouver que les niveaux sableux forment des bancs continus d'assez grande étendue, intercalés dans le calcaire et que les entre-deux de calcaire sont, dans cette région éloignée de la faille, très continus et peu fissurés.

Enfin pour la source Élisabeth la teneur en alcalis est devenue très faible, l'afflux d'eau superficielle énorme. Mais de ce que la teneur en chaux est encore relativement élevée, et de la valeur très grande du rapport $\frac{\text{chaux}}{\text{alcalis}}$ (6,78), on a pu conclure que cette eau douce ne venait en aucune façon du défaut de captage, mais se mélangeait en grande partie à l'eau minérale et au gaz carbonique assez loin de la source pour se charger de beaucoup de bicarbonate calcaire ; le niveau statique des eaux minérales étant bien au-dessus du sol en ce point, une fuite du captage ne peut d'ailleurs occasionner que des pertes d'eau minérale et non des rentrées d'eau douce. Les travaux entrepris peu après pour la réfection du captage ont permis, en effet, de constater, conformément à ces prévisions, qu'il n'existe aucune nappe ni venue d'eau douce autour de la source qui jaillit à travers un sol marneux imperméable, et que le mélange arrive tout formé par le fond du sondage. Les éminences qui dominent au sud et au nord les sources Massé, et où l'on sait d'ailleurs qu'il se produit une absorption considérable d'eaux pluviales (propriété Bert au sud), sont évidemment les points d'infiltration, et la cassure de l'Ancienne Source en est le canal. De sorte qu'en résumé, comme la source Saint-Léger, la source Élisabeth reçoit en même temps : 1° une eau minérale qui est déjà un mélange d'eau de la faille et d'eau douce, venant par le calcaire ; et vraisemblablement d'après l'identité du rapport $\frac{\text{chaux}}{\text{alcalis}}$ pour cette source

et le niveau moyen de la source Alice, la proportion d'eau douce est de 6 volumes pour 1 volume d'eau de Saint-Léon type ; 2° des eaux douces, 5 vol. $1/2$, venant directement de la fracture de l'Ancienne Source, sans avoir le temps de se minéraliser aucunement.

En résumé, l'origine des eaux de Pougues est double et même triple pour deux des sources, celles qui sont en relation immédiate avec les cassures verticales remplies de sable. Toutes les sources reçoivent du calcaire bajocien un mélange d'eau alcaline et gazeuse de la faille et d'eau douce venant des affleurements du calcaire ou de tous les canaux quelconques qui le font communiquer avec le jour en des points assez élevés. Ce mélange, à mesure qu'il s'appauvrit en eau alcaline vers l'ouest, s'enrichit en chaux, de manière qu'il y a quelque compensation entre ces deux effets au point de vue de la minéralisation totale. Mais, en outre, pour les deux sources Saint-Léger et Élisabeth, des eaux douces provenant des alentours immédiats des sources, autrefois refoulées par les eaux venues du calcaire, viennent, par les cassures sableuses, se mélanger à l'eau minérale depuis que son niveau statique s'est abaissé et ne font que la délayer sans y ajouter aucun sel dissous.

Tout cela se passe en dehors des captages, et il est impossible d'y remédier individuellement pour chaque source, la cause étant générale : elle consiste uniquement, cela est démontré par tout ce qui précède, dans la chute de la pression des eaux gazeuses dans le calcaire, chute causée par l'écoulement trop abondant des sources Massé. L'effet de cet écoulement, en ce qui concerne la composition des eaux minérales proprement dites, de celles qui circulent dans le calcaire, a été sensible, mais relativement peu important : il a consisté à refouler plus à l'est le maximum des teneurs en chaux et à diminuer partout les teneurs en soude, c'est-à-dire en somme à

accroître partout la venue d'eau douce *dans le calcaire*.

Mais cet accroissement, que mesure celui du rapport $\frac{\text{chaux}}{\text{alcalis}}$, n'est important qu'au voisinage de la faille et ne

tend pas d'ailleurs à diminuer notablement la minéralisation totale, l'augmentation de la teneur en chaux compensant plus ou moins complètement la diminution de la soude. Tout autre est l'effet produit par cette chute de pression en ce qui concerne les venues superficielles au voisinage des sources en relation avec les cassures : cet effet est un simple délayage de l'eau minérale, sans compensation. Ainsi la source principale, Saint-Léger, reçoit du calcaire une eau peu différente de l'ancienne ; mais, dans la cassure qui lui livre passage, cette eau se mélange d'une quantité d'eau douce qui en accroît le volume à peu près dans les proportions de 1 à 1,6 (*).

Régime particulier de la source Saint-Léger. — Si cette conception du régime de la source Saint-Léger est exacte, il est clair que les variations du niveau de la source

(*) Une nouvelle confirmation intéressante des lois qui régissent la composition chimique des eaux de Pougues s'est trouvée, en juin 1897, dans les travaux de réfection du captage de la source Élisabeth. Dans le large puits creusé à cet effet on a observé, au milieu des marnes sèches et imperméables, à quelque 3 mètres de distance de la source Élisabeth vers l'est, du côté de la source Alice par conséquent, un filet d'eau minérale dont l'analyse a fourni les résultats suivants (dosés comme ci-dessus) :

Alcalis $\left(\text{soude} + \frac{1}{20} \text{ potasse}\right)$	Chaux	Proportion d'eau douce	Rapport $\frac{\text{Chaux}}{\text{Alcalis}}$
0 ^{gr} ,149	0 ^{gr} ,5001	1 v. S ^t -Léon ancienne + 4 ^{gr} ,1 eau douce.	3,35

Ce qui montre qu'il s'agissait non d'une infiltration issue du forage, mais d'une petite source bien spéciale, venant se placer, par sa composition, exactement entre Alice et Élisabeth dans la gamme des eaux de Pougues. Il est curieux de voir ces lois se vérifier avec tant de précision sur d'aussi faibles distances.

dans le puits doivent avoir un effet rapide, presque instantané, sur sa composition. Tandis que, si l'eau douce vient tout entière de loin, par la voie du calcaire, cet effet ne peut se produire que très lentement. Or l'existence même de cet effet et son instantanéité ont été remarquées depuis longtemps : toute stagnation de la source au voisinage de son niveau maximum est nuisible à la qualité de l'eau ; tout abaissement du niveau, avec grand débit, augmente immédiatement la minéralisation. On a vu qu'en 1891, lorsque pendant la baisse de la source le niveau vint à s'annuler à l'embouteillage, le résidu par litre s'abaisse à un minimum jamais observé depuis ($0^{\text{re}},80$) ; un accroissement subit de la minéralisation et de la quantité de gaz suivit l'abaissement de la prise d'embouteillage. Le 2 novembre 1891, on épuisa le puits jusqu'au fond en pompant à raison de 50 litres par minute ; l'eau reprit immédiatement et momentanément une minéralisation beaucoup plus forte et une teneur en acide carbonique beaucoup plus élevée ($3^{\text{re}},16$ au lieu de $2^{\text{re}},5$, la teneur avant 1891 étant de $3^{\text{re}},5$ environ). Plus tard, on installa au-dessous de la prise d'embouteillage un large tuyau de vidange permettant d'écouler d'un seul coup, avant l'embouteillage, l'eau accumulée dans le puits, en abaissant ainsi le niveau ; après cette opération le niveau se relevait très rapidement, et l'effet constant était d'accroître la minéralisation et la quantité de gaz.

Ainsi, pendant la stagnation au niveau maximum, c'est l'arrivée d'eau douce qui domine ; pendant les grands débits, à niveau bas par conséquent, c'est l'eau minérale qui vient en plus grande abondance, et ses effets sont à peu près instantanés.

La conclusion est immédiate : le puits de Saint-Léger communique plus librement, par des orifices plus larges, avec les eaux souterraines venant du calcaire qu'avec les eaux de surface. Cela est d'ailleurs manifeste *a priori*

quand on voit cette source, dont le niveau habituel, pendant l'embouteillage, se tient à plus de 4 mètres du sol, recevant une eau minérale dont le niveau statique est à plus de 3 mètres de profondeur, fournir cependant une eau encore très minéralisée. Au niveau actuel, si les eaux de surface venaient aussi facilement dans la cassure que les eaux minérales, la source ne donnerait que de l'eau douce.

Pendant la longue période écoulée avant que des travaux pussent être entrepris pour rétablir le bassin de Pougues dans son état primitif, on essaya de divers moyens pour améliorer, dans la mesure du possible, la qualité de l'eau de la source Saint-Léger. Tantôt le tirage se faisait à faible débit, nuit et jour, dans la crainte de contribuer à la chute du niveau ; tantôt, au contraire, à grand débit, avec forte dépression du niveau, et pendant peu de temps. Ce qui vient d'être dit explique comment le premier procédé a toujours produit de détestables résultats en ce qui concerne la minéralisation : quand la source se trouve à son niveau maximum, le débit d'eau minérale est nul, il ne vient que de l'eau douce ; quand, au contraire, la dépression est forte, le débit d'eau minérale augmente proportionnellement beaucoup plus que celui de l'eau douce, et par conséquent la minéralisation augmente. Le second moyen, adopté aujourd'hui et accentué de plus en plus, fournit une eau d'autant meilleure que la dépression est plus grande. Cette remarque s'applique à toutes les sources minérales qui jaillissent à un niveau inférieur à celui des eaux douces superficielles et qui peuvent en recevoir des infiltrations. Si, comme cela avait lieu à peu près pour Saint-Léger avant 1889, le niveau maximum des eaux minérales était au niveau du sol, il serait indifférent d'adopter l'un ou l'autre mode de tirage, la proportion d'eau douce étant alors indépendante du niveau. S'il était au-dessus, comme cela avait lieu pour Saint-Léger en 1857 (d'après une courbe d'ascension relevée par

M. Pigeon, Ingénieur au Corps des Mines, à cette époque le niveau statique devait atteindre à peu près 1 mètre au-dessus du sol), il faudrait éviter de déprimer la source, au-dessus du niveau des eaux superficielles (*).

Débits et niveaux. — Il nous reste, pour tracer ce tableau des allures souterraines des eaux de Pougues, à dire quelques mots des observations faites sur les débits des sources, et principalement de la source Saint-Léger. Elles sont basées à Pougues sur des milliers d'observations faites journellement depuis 1891, soit au moyen d'appareils enregistreurs (enregistreur de niveau, baromètre, etc.), soit par expériences régulièrement espacées (débits d'heure en heure pendant l'embouteillage, etc.).

Les eaux venues de la faille et circulant de l'est à l'ouest dans le calcaire, où elles se mélangent graduellement d'eau douce et se chargent de chaux, s'élèvent dans les cassures ou dans les sondages, à travers les marnes imperméables, en vertu d'une certaine pression motrice. Charge hydrostatique ou effet de la tension des gaz carboniques, cette pression des eaux minérales est à peu près constante. En effet les innombrables relevés de niveaux et de pression barométrique montrent constamment, lorsque la source est à son niveau maximum, que ce niveau s'élève de 13 à 14 centimètres quand la pression barométrique baisse de 1 centimètre de mercure, et inversement (**).

(*) L'expression de niveau *statique* ne doit pas être prise dans le sens absolu. Elle s'entend du niveau maximum où l'eau s'élève dans le puits quand on ne tire aucun débit de la source. Mais il n'y a pas de niveau statique en réalité, l'eau est toujours en mouvement. Quand le niveau reste immobile dans le puits à quelque 3 mètres du sol, c'est qu'évidemment les eaux d'infiltration superficielles refoulent l'eau minérale dans la cassure et descendent vers le calcaire. Autrement l'eau s'élèverait dans le puits jusqu'au niveau de ces eaux superficielles, c'est-à-dire ici jusqu'au voisinage du sol.

(**) Ceci s'observe toujours pour les variations de pression barom-

La charge motrice est donc constante, sauf variations annuelles. Il n'est pas possible d'apprécier exactement les relations entre les variations du niveau et celles du débit sans tenir compte de la pression atmosphérique. Notamment les courbes que trace l'enregistreur de niveau lorsque la source a été dénivelée et remonte dans le puits sans écoulement extérieur (courbes d'ascension) sont fortement déformées par les variations de hauteur barométrique survenant pendant l'ascension. Pour les étudier et les comparer entre elles, il est nécessaire de choisir celles qui ont été tracées à pression atmosphérique à peu près constante et de tenir compte de cette pression.

Le calcaire à entroques, réservoir intermédiaire des eaux, ne peut être assimilé à un récipient dont toutes les parties communiquent librement entre elles. Les eaux n'y circulent que dans les fissures de la roche. Nombreuses et étroites au voisinage de la faille, où le calcaire a été fendillé par l'effort même qui a produit la fracture, ces fissures ne laissent passer chacune qu'un mince filet d'eau. Dans leur ensemble elles offrent, par leur grand nombre, une faible résistance au passage de l'eau qui, de la faille, se dirige vers les sources de l'ouest ; mais individuellement chacune ne peut fournir qu'un faible débit. Un sondage exécuté dans la région voisine de la faille a les plus grandes chances, sur les 5 à 6 mètres d'épaisseur du calcaire, d'en recouper une, mais il n'y trouvera qu'un faible débit. C'est ce qui est arrivé pour les sondages de l'est, Saint-Léon, Jeanne-d'Arc, Grande-Source, dont les débits insignifiants n'ont eu aucune action sensible sur la pres-

trique journalières. Mais il y a, en outre, des changements plus lents du niveau, en relation avec les saisons : maxima en janvier-février et surtout en juin-juillet, minima vers avril et surtout en octobre-novembre. Sur la source Alice, où l'action des eaux superficielles est plus immédiate, le manomètre indique des pressions variant suivant les saisons de 3 ou 4 mètres d'eau : maxima en février-mars-avril, minima en septembre-octobre-novembre.

sion dans l'ensemble du bassin. Placés dans la région qui sépare Saint-Léger de la faille, sans doute pour couper la source dans son trajet souterrain, comme cela peut sembler rationnel *a priori*, ils ont bien tous rencontré l'eau minérale, mais seulement dans l'un des nombreux petits filets qui alimentent les sources situées plus à l'ouest.

Plus loin de la faille, les fissures s'espacent ; beaucoup de sondages n'en rencontrent pas (sondages Trochereau, Guérault). Mais, par contre, on trouve soit des cassures remplies de sable perméable (Saint-Léger, Élisabeth), soit même des niveaux sableux intercalés dans le calcaire (Alice), qui, très étendus et perméables, ramassent les eaux d'un grand nombre de fissures et peuvent fournir par conséquent de beaucoup plus grands débits.

La cassure de Saint-Léger, verticale ou à peu près, est dans ce cas. Les niveaux sableux de la source Alice, qui, d'après ce qu'on a vu plus haut, paraissent fort étendus en plan, sont capables, pour cette raison sans doute, de débits bien plus élevés encore. Bien que plus éloignée de la faille, la source Alice communique plus librement avec elle parce que le nombre des conduits qui l'y rattachent compense et au delà leur plus grande longueur. Saint-Léger vient ensuite, puis les sondages de l'est. On s'explique bien ainsi le grand débit de la source Alice, le débit moindre de la source Saint-Léger, celui moindre encore des sondages de l'est ; l'insuccès de presque tous les sondages de la région centrale et occidentale ; la rencontre constante de l'eau minérale, quoique toujours peu abondante dans ceux qui avoisinent la faille et surtout vers la croisée des deux failles de Pougues et de Germigny (c'est-à-dire dans l'angle nord-est du voussoir de Pougues) ; le fait que ces derniers sondages, qui s'alimentent directement sur la faille par des fissures situées au nord, en dehors du réseau de cassures sur lesquelles puisent les sources Alice et Saint-Léger, ont été peu atteints par les

perturbations dues au jaillissement de la source Alice, tandis que la source Bert, par exemple, placée à l'est de la source Alice, a été anéantie par elle. Enfin l'existence d'un réseau de cassures nombreuses communiquant entre elles semble seule susceptible d'expliquer la régularité de la loi qui régit les compositions chimiques des diverses sources (*).

Maintenant considérons l'une des sources, Saint-Léger en particulier. La laisse-t-on s'élever dans le puits sans écoulement, elle atteint, au bout d'un certain temps, un niveau maximum, son niveau statique à débit nul, dépendant de la pression atmosphérique, dépendant aussi du niveau des eaux douces, car, comme on l'a vu, il y a forcément, lorsqu'il est établi, descente des eaux douces dans la cheminée ascensionnelle. Supprime-t-on alors brusquement, par exemple au moyen d'un tuyau de vidange, toute l'eau remplissant le puits au-dessus d'un certain niveau, et laisse-t-on la source s'écouler en trop-plein par ce tuyau sans pouvoir s'élever, on voit aussitôt après la source donner un certain débit; puis, graduellement, ce débit diminue et tend au bout d'un temps très long, se comptant par heures et même par jours, vers une valeur constante beaucoup moindre que le débit initial. Ce débit d'équilibre, de régime permanent, à un niveau donné (c'est-à-dire la surface de l'eau se tenant à un niveau donné, peu importe évidemment le niveau de la prise), est caractéristique de ce niveau tant que la pression atmosphérique, ce que nous supposons à l'avenir, reste constante, et tant que des causes quelconques n'ont pas modifié le niveau statique

(*) Ces conduits du calcaire ont dû être considérablement élargis pendant la période de libre écoulement de la source Alice. A raison de 200 litres par minute, celle-ci amenait au jour plus de 300 kilogrammes de carbonate de chaux par jour, soit près de 10 tonnes par mois. Saint-Léger en fournit, dans les conditions de tirage actuelles (3.000 à 3.500 litres par jour) à peu près une tonne par an.

de l'eau minérale. Il croît très rapidement quand le niveau s'abaisse. La loi qui relie ce débit de régime à la hauteur du niveau est la véritable caractéristique de la source : le débit à un niveau déterminé, dont on se contente souvent, est une donnée tout à fait insuffisante, car à quelques décimètres plus bas ce débit peut être, suivant le cas, à peine augmenté ou décuplé. Inutile d'insister sur ce point évident (*).

Maintenant si, au lieu de laisser la source débiter au niveau inférieur après l'abaissement brusque du niveau, on la laisse au contraire immédiatement s'élever dans le puits sans écoulement, on la voit s'élever rapidement, puis de plus en plus lentement et revenir, au bout de peu de temps, au niveau supérieur initial. Si, au contraire, on a d'abord laissé couler l'eau pendant quelque temps, au niveau inférieur, le débit à ce niveau ayant ainsi eu le temps de diminuer, et si l'on ferme alors le tuyau d'écoulement pour laisser la source s'élever, l'ascension se fait plus lentement que dans les premières conditions. Et plus le temps pendant lequel la source a débité au niveau inférieur a été long, plus l'ascension est lente. Elle tend d'ailleurs toujours vers le même niveau maximum ; la forme de la courbe d'ascension est à peu près celle d'une branche d'hyperbole, dont le paramètre est d'autant plus grand que le débit à niveau bas a été plus prolongé. Enfin si, ayant laissé la source s'élever dans le puits après un long temps d'écoulement à niveau bas, on dispose en quelque point plus élevé un trop-plein qui en arrête l'ascension, le débit en ce point croît graduellement et très lentement depuis zéro jusqu'au débit caractéristique du niveau où est placé ce trop-plein. Si, au contraire, l'as-

(*) Actuellement par exemple (septembre 1897) la source Saint-Léger débite 1 à 2 litres par minute en régime permanent à la margelle (4^m, 28 au-dessous de l'ancienne), 7 à 8 litres à 60 centimètres plus bas, 50 litres environ au fond du puits.

cension a suivi immédiatement l'abaissement brusque du niveau, le débit en ce même trop-plein est d'abord exagéré et tend en diminuant vers la même limite.

On a quelquefois, c'est le cas notamment pour d'anciennes expériences faites sur la source Saint-Léger, cru spécifier mieux l'état d'une source en donnant non seulement le débit à un niveau déterminé, mais le relevé d'une courbe d'ascension à partir d'une certaine profondeur.

Une telle donnée est encore absolument insuffisante si l'on ne spécifie pas le temps pendant lequel la source a été maintenue au niveau inférieur, et il est généralement impossible de le spécifier avec exactitude parce que l'épuisement n'est pas instantané. Il n'y a *aucun rapport* entre le débit de régime à une hauteur déterminée et celui que l'on calcule d'après la vitesse d'ascension de la source au moment où le niveau de l'eau atteint cette hauteur ; l'un peut être, suivant les cas, plus petit ou plus grand que l'autre, et la différence peut être bien supérieure au débit de régime lui-même. Une dénivellation brusque, suivie d'ascension immédiate par exemple, fournit à chaque niveau des débits momentanés énormément supérieurs aux débits de régime.

Lorsque la source atteint sans débit son niveau statique A, il existe au pied de la colonne ascendante, dans le calcaire, une certaine pression, voisine de 5 atmosphères, par exemple, pour la source Saint-Léger, allant à 6 atmosphères plus près de la faille et tombant à 2 1/2 aux environs de la source Alice. Quand on abaisse le niveau en laissant la source débiter à une hauteur déterminée B, il se produit au point considéré une dépression mesurée par l'abaissement du niveau et d'où résulte la vitesse ascensionnelle. Si cette dépression se propageait instantanément à travers les canaux du calcaire jusqu'à une grande distance, jusqu'à la faille par exemple ou tout autre point plus éloigné où règne une charge statique

constante, le débit au niveau B atteindrait instantanément sa valeur constante de régime. Mais cela n'est pas, et il faut en conclure par conséquent que la dépression ne se propage que lentement et progressivement autour du point où la cheminée ascensionnelle de la source atteint le calcaire.

S'il s'agissait d'eau ordinaire, pratiquement incompressible, il semble que cette propagation de la dépression devrait être très rapide; il peut en être autrement pour une eau chargée de beaucoup de gaz carbonique, bien que cependant il ne soit guère probable que du gaz libre non dissous existe aux pressions qui règnent dans le calcaire (*); l'explication se trouve avec plus de vraisemblance dans la baisse successive du niveau des eaux douces aux points de plus en plus éloignés où elles communiquent avec le calcaire. Qu'elle qu'en soit la raison, le fait est bien établi, la dépression se propage *très lentement*: il a fallu quatre jours pour que l'effet du jaillissement de la source Alice commençât à se faire sentir à la source Saint-Léger, située à 800 mètres de distance environ, et des mois pour que le régime nouveau fût établi (**). Il en est de même quand on modifie le régime en abaissant le niveau de A en B, comme nous venons de le supposer. Si maintenant on a maintenu longtemps la source au niveau B, la dépression a eu le temps de se propager très loin dans le calcaire; et si ensuite on arrête l'écoulement pour laisser l'eau s'élever dans le puits, la vitesse d'ascension au début résulte du débit diminué,

(*) Si l'eau était saturée de gaz dans le calcaire, elle contiendrait par litre environ 11 grammes de gaz carbonique non combiné. Même en tenant compte de la dilution par les eaux douces, ce chiffre paraît peu vraisemblable.

(**) En juin 1891, par exemple, c'est-à-dire après quatre mois, Saint-Léger débitait encore en régime permanent 8 à 9 litres par minute à 2^m,10 au-dessous de l'ancien trop-plein, soit à 2^m,40 environ au-dessus du niveau où l'on retrouve aujourd'hui le même débit.

elle est faible. Mais, à mesure que la source s'élève, la dépression diminuant ainsi que le débit, la charge statique initiale, que l'on ne trouvait après l'écoulement prolongé que très loin de la source, se rapproche peu à peu pour atteindre le pied de la colonne ascensionnelle quand le niveau maximum est rétabli, quand la vitesse d'ascension est devenue nulle. Pendant l'ascension, la vitesse en un niveau C a été à chaque instant moindre que celle qui serait résultée de la dépression $A - C$, si celle-ci n'avait pas eu le temps de s'étendre au loin.

Si, au contraire, immédiatement après avoir abaissé le niveau en B, on laisse l'eau s'élever sans écoulement, la dépression n'a pas eu le temps d'atteindre des points bien éloignés de la source, et la vitesse d'ascension résulte du débit en B aussitôt après la dénivellation, débit beaucoup plus grand que le débit de régime.

Ainsi, en résumé, une dénivellation même très forte, maintenue pendant peu de temps, est récupérée rapidement; tandis qu'après une dénivellation même faible, mais prolongée, le niveau ne se rétablit qu'au bout de long temps. Ces phénomènes s'observent avec une régularité parfaite sur les sources de Pougues, aussi bien sur la source Alice que sur la source Saint-Léger. Depuis que l'on a adopté pour cette dernière la méthode de tirage à grand débit et pendant un petit nombre d'heures, on a obtenu non seulement une amélioration de la qualité de l'eau, comme on l'a vu plus haut, mais un rétablissement journalier plus rapide du niveau statique.

Ces lois ne sont pas spéciales aux sources de Pougues; elles s'appliquent à toutes les sources jaillissantes. Seulement le mode et la vitesse de propagation de la dépression dépendent de la nature du terrain, du nombre, de la disposition et de la largeur des conduits souterrains. Quand la propagation des dépressions est rapide, on voit le débit, à chaque niveau, atteindre rapidement sa valeur

de régime, et les ascensions se faire avec des vitesses peu différentes, que le niveau bas ait été maintenu pendant un temps plus ou moins long. Si elle est lente, comme à Pougues, on observe tous les phénomènes inverses.

Conclusion. — De cette étude est résultée la conclusion pratique que le remède à la situation actuelle n'est pas, comme on l'avait cru d'abord, dans des travaux à effectuer sur la source Saint-Léger elle-même. Toutes les perturbations observées s'expliquent par la dépression causée par le jaillissement de la source Alice ; il est donc nécessaire et suffisant de rétablir la pression ancienne par des travaux portant sur cette source, et forcément aussi sur sa voisine la source Élisabeth qui est en libre communication avec elle. Déjà préconisée dès l'origine, cette solution n'avait pu être appliquée. Les sources étant devenues propriété de la Compagnie des Eaux, les travaux ont été commencés en juin 1897. Ils ont consisté d'abord dans une réfection solide du captage de la source Élisabeth, suivie de l'élévation sur le nouveau tube de captage de cuivre d'une colonne dans laquelle l'eau ne tarda pas à s'élever à plus de 4 mètres au-dessus du sol (*). La même opération sera faite sur la source Alice, ce qui n'empêchera pas d'en tirer le débit de quelques litres par minute nécessaire pour l'embouteil-

(*) A ce sujet il peut être utile de faire remarquer que l'ancien tube de captage en fer de la source Élisabeth, retiré en juin 1897, était rongé profondément et percé en plusieurs points par un séjour de sept ans seulement dans l'eau minérale. Le mortier de ciment qui l'entourait était sans consistance, le sable subsistait presque seul. A la source Bert, en 1891, on ne retrouva du tube que des lambeaux corrodés. Beaucoup de sources gazeuses captées par sondage ne doivent le fer qu'elles contiennent qu'à l'action de l'eau sur le tubage du trou de sonde. Le procédé de captage par tubes de fer et coulis de ciment, appliqué à tant de sources gazeuses, est mauvais dès l'origine et ne donne plus, au bout de peu d'années, que l'illusion d'un captage.

lage. L'amélioration sensible déjà obtenue pour le niveau de la source Saint-Léger avant l'achèvement de ces travaux permet d'espérer qu'au bout de quelques mois elle aura repris en même temps un niveau statique plus élevé et, ce qui va de pair, ce qui est aussi le point le plus important, une minéralisation voisine de sa minéralisation ancienne. Mais il est évident que, l'état d'équilibre actuel ayant mis plus d'un an à s'établir, on ne peut compter que sur un retour très lent à l'état ancien.

BULLETIN

DÉS ACCIDENTS D'APPAREILS A VAPEUR

SURVENUS PENDANT L'ANNÉE 1896

(Résumé résultant de l'étude des dossiers administratifs.)

DATE de l'accident	NATURE et situation de l'établissement où l'appareil était placé	NATURE forme et destination de l'appareil — Détails divers	CIRCONSTANCES de l'accident	CONSEQUENCES de l'accident	CAUSE PRÉSUMÉE de l'accident
2 janvier.	Bateau à vapeur à Cette (Hérault).	Chaudière auxiliaire placée sur le pont du navire. Cette chaudière, de 23 mètres carrés de surface de chauffe, timbrée à 4 ^{kg} .5, construite en 1890, était horizontale, à foyer intérieur cylindrique et retour de flamme tubulaire; mais son corps cylindrique (Pl. VIII, fig. 1) n'était pas circulaire: sa section droite, de forme allongée, se composait de deux cônes verticaux parallèles, reliés en haut et en bas par des demi-circférences. Les faces latérales planes, qui mesuraient 1 ^m .25 de haut, 2 ^m .30 de long, 12 millimètres d'épaisseur primitive, avaient subi, sous l'influence de la pression, une déformation considérable. Les verticales, qui les liaient horizontalement, étaient transversales.	Division violente du corps cylindrique en deux parties: la partie inférieure a effondré le pont qui la supportait; la partie supérieure, avec tout le reste de la chaudière, a été lancée en l'air et est retombée à 100 mètres de distance. La déchirure s'est faite au bas de chacune des faces latérales planes, le long de la rivure de jonction de cette face avec le berceau demi-circulaire inférieur (fig. 2). Il a été constaté qu'au bas de la face latérale gauche, la tôle n'avait plus, par suite de corrosion, que des épaisseurs variant de 0 ^m .05 à 0 ^m .10. Les faces latérales droites, réduites à l'état de dentelle et avalées sur plusieurs points, présentaient ailleurs des déchirures et des déformations.	Deux hommes brûlés, l'un grièvement, l'autre sans gravité.	Mauvais état d'entretien de cette chaudière, dont les formes et dispositions défectueuses soumettaient la jonction du berceau inférieur avec les faces planes à des causes toutes spéciales de fatigue et d'avariation.

12 janv.	Usine d'électricité, à Paris.	Chaudière Belleville du type B-7 : surface de chauffe, 80 mètres carrés : capacité, 13-3,9 ; timbre, 15 kg. Le maximum journalier de vaporisation devait dépasser 20 kg. par mètre carré de surface de chauffe et par heure. Le dernier lavage, effectué le 31 décembre, avait été fait sans grattage propre à enlever les dépôts durcis.	A 6 h. 40 du soir, ouverture du 5 ^e tube (à partir du bas) de l'élément extrême de droite. L'ouverture, de 0 ^m . 30 de long et 0 ^m . 09 de diamètre, s'est faite à 90° à gauche de la génératrice inférieure, du côté opposé à la soudure. Le tube rompu et ses voisins montraient de l'oxydation rouge. Les portes de foyer et de boîtes à tubes étaient et sont restées fermées.	Néant.	La rupture du tube paraît devoir être rapportée à un surmenage de la chaudière à l'heure la plus chargée du service, à l'insuffisance de ses nettoyeurs et peut-être à un manque d'eau partiel.
12 janv.	Usine d'électricité, à Paris.	Chaudière Babcock et Wilcox, comprenant 14 éléments de 10 tubes vaporisateurs de 0 ^m . 07 de diamètre, 3 ^m . 3 d'épaisseur et 3 ^m . 66 de longueur. Surface de chauffe, 132 mètres carrés : capacité, 8 mètres cubes ; timbre, 10 kg. Le service des générateurs de l'usine, exagérément chargé, avait conduit à en négliger les nettoyeurs, qu'on avait été loin de faire avec la fréquence et le soin exigés par la nature de l'eau d'alimentation.	Ouverture du 4 ^e tube (à partir du bas) de l'avant-dernier élément de droite, sur 0 ^m . 40 de longueur, avec 0 ^m . 08 de diamètre (fig. 3). Le tube contenait des dépôts formés pour 0,64 de carbonate et pour 0,46 de sulfate de chaux, et dont l'épaisseur variait depuis la génératrice supérieure, où elle était de 3 ou 4 millimètres, jusqu'à la génératrice inférieure où elle atteignait 8, 10 et jusqu'à 17 millimètres. La rupture s'est produite alors que le chaudière avait ouvert la porte du foyer pour charger le feu. Le clapet automatique d'arrêt de vapeur a rempli efficacement son office, isolant cette chaudière dont le contenu seul s'est épanché dans la chaudière.	Le chauffeur, qui se trouvait devant la porte ouverte du foyer, mortellement brûlé. Un autre ouvrier, présent dans la chaudière, s'est enlevé sain et sauf.	Entartrage du générateur, dont le régime des nettoyeurs a été insuffisant, en l'absence de moyens propres à prévenir les dépôts adhérents, et eu égard aux dispositions et aux conditions de service de l'appareil.
12 janv.	Usine d'électricité, à Paris.	Chaudière Belleville du type C-5 : surface de chauffe, 82 mètres carrés : capacité, 2 ^m . 34 ; timbre, 15 kg. La puissance électrique de l'usine, à peu près constante, devait correspondre à une production de plus de 30 kg. de vapeur par mètre carré de surface de chauffe et par heure.	Ouverture du 4 ^e tube (à partir du bas) de l'avant-dernier élément de droite, sur 0 ^m . 33 de longueur, avec 0 ^m . 09 de diamètre. Le registre se trouvant fermé dans la position d'ouverture en grand, le flux de vapeur et de gaz chauds est sorti par la cheminée, sans forcer les fermetures des portes de façade, ni déplacer sensiblement les trappes d'expansion.	Néant.	La cause générale qui a amené l'accident a été le surmenage de l'appareil.

DATE de l'accident	NATURE et situation de l'établissement où l'appareil était placé	NATURE forme et destination de l'appareil — Détails divers	CIRCONSTANCES de l'accident	CONSEQUENCES de l'accident	CAUSE PRÉSUMÉE de l'accident
14 janv.	Usine d'électricité, à Paris.	Chaudière Belleville du type C-5 : surface de chauffe, 82 mètres carrés ; capacité, 23.4 ; limbre, 15 kg. La puissance électrique de l'usine, à peu près constante, devait correspondre à une production de plus de 20 kg. de vapeur par mètre carré de surface de chauffe et par heure.	Ouverture du 5 ^e tube (à partir du bas) du 2 ^e élément de gauche, sur 0 ^m .40 de longueur, avec 0 ^m .075 de battiment. Les trappes d'expansion ont été soulevées et déplacées de 0 ^m .15 environ chacune vers l'extérieur du massif. Les portes de boîte à tubes et l'une des portes du foyer sont restées fermées ; l'autre porte du foyer, dont le verrou ne portait pas dans sa gâche, s'est ouverte.	Néant.	La cause générale qui a amené l'accident a été le surmenage de l'appareil.
24 janv.	Paquebot, à Saint-Nazaire (Loire-Inférieure).	Chaudière horizontale cylindrique, de 4 ^m .15 de diamètre et 2 ^m .80 de longueur, avec trois foyers intérieurs de 1 ^m .12 de diamètre et retour de flammes tubulaire ; limbre, 104.5. Au bas du corps cylindrique, sur la façade d'avant, se trouvent à droite et à gauche des trous d'homme elliptiques mesurant 0 ^m .40 X 0 ^m .29 et fermés par des tampons auto-claves. La chambre de chauffe, commune à deux chaudières, n'a que 2 ^m .40 de recul ; elle est, à ses extrémités, bordée par des soutes, et son long côté en face des chaudières est également tout entier bordé de soutes, sauf un tunnel de dégagement, de 1 mètre de largeur, qui s'ouvre sur une échelle verticale, et s'élève par une rampe de 15° au-dessus du plan horizontal.	La chaudière était neuve, on avait mis en place les tampons de tous chacun d'eux au moyen d'une couronne d'amiante recouverte de toile, on avait ensuite procédé à l'épreuve hydraulique à 184.5, enfin à une première mise en feu. La pression arrivée à 9 kg, un jet violent d'eau et de vapeur se produisit au pourtour du trou d'homme de gauche par suite de la rupture et de la projection d'une partie, longue de 0 ^m .20, de la couronne d'amiante. Il a été constaté que celle-ci n'avait pas été portée à plat tout autour.	Un des hommes présents ne put franchir l'entrée du tunnel et a été retrouvé mort dans la chaudière ; les autres ont pu fuir par le tunnel, mais 8 ont été brûlés grièvement et 5 d'une manière légère.	Fuite de vapeur et d'eau, consécutive à la malfection d'un joint. La gravité des conséquences de cette fuite est attribuable aux dispositions de la chambre de chauffe, étroite, et n'offrant au personnel qu'un seul chemin normal de retraite, situé en face des chaudières.

3 février	Sucrerie à Rue, (Somme).	Chaudière horizontale semi-tubulaire à deux bouilleurs inférieurs. Surface de chauffe, 167 mètres carrés; capacité, 18 mètres cubes; timbre, 6 kg.	La chaudière, après un chômage, a été chauffée dans l'état de complet manque d'eau, sur l'ordre du contre-maître qui croyait l'air alimenté, et malgré les objections du chauffeur qui faisait remarquer qu'on ne voyait pas d'eau dans le tube de verre. L'un des bouilleurs s'est ouvert sur toute la longueur de sa virôle de coup de feu (fig. 4), l'autre a été bleui et bosselé.	Le chauffeur a été brûlé assez grièvement.	Surchauffe résultant de ce que la chaudière a été chauffée, sur l'ordre du contre-maître, alors qu'elle manquait d'eau.	réprises, par insuffisance de l'afflux de l'eau dans les serpents vaporisateurs et par action des dépôts, des surchauffes qui ont allégué la résistance du tube.
4 février	Atelier de mécanicien à Carpentras (Vaucluse).	Chaudière horizontale tubulaire (fig. 5), à foyer intérieur rectangulaire et flamme directe, de 4m2,6 de surface de chauffe, 0m3,63 de capacité, limitée à 5 kg. Le foyer mesurait 0m-61 suivant l'axe de la chaudière, 0m-50 de large, 0m-38 de hauteur. Appareil d'âge et d'origine inconnus, dont le ciel de foyer avait reçu un coup de feu entre les mains de son dernier propriétaire, et que son dernier acquéreur, en 1891, avait cherché à réparer en découpant la plus grande partie de ce ciel et le remplaçant par une pièce de 0m-47 X 0m-38 appliquée par en dessous contre l'ouverture et assemblée à son bord tour, au moyen de vis, avec les bords conservés de l'ancien ciel (fig. 6). Une épreuve officielle avait eu lieu à la suite.	Affaissément en grand du ciel du foyer, qui s'est déchiré dans la tôle primitive, suivant trois côtés du pourtour de la pièce, et rabattu autour du quatrième côté de ce pourtour comme autour d'une charnière. La chaudière a été lancée en l'air par la réaction. Il a été constaté que, suivant la ligne de rupture opposée à la ligne qui a fait charnière, la tôle primitive était profondément corrodée du côté de l'eau; elle était réduite jusqu'à 2 millimètres d'épaisseur, alors que son épaisseur primitive paraît avoir été de 9 millimètres. Il a été reconnu, d'autre part, que le tube indicateur en verre avait ses communications d'eau et de vapeur avec la chaudière presque entièrement bouchées par le tartre.	La chaudière a passé de l'atelier, mais il n'y a pas eu d'accident de personnes.	Mauvais état du ciel du foyer, profondément aminci par corrosion intérieure au voisinage de la pièce mise en 1891. La pose de cette pièce constituait une réparation vicieuse. Il est possible, d'ailleurs, que le tube indicateur en verre, ayant ses communications presque bouchées, ait induit en erreur sur le niveau de l'eau, et que la ou les surchauffes provenant de cette cause aient contribué à l'accident.	

DATE de l'accident	NATURE et situation de l'établissement où l'appareil était placé	NATURE forme et destination de l'appareil Détails divers	CIRCONSTANCES de l'accident	CONSEQUENCES de l'accident	CAUSE PRÉSUMÉE de l'accident
5 février	Fabrique de glaces à Chauny (Aisne).	Chaudière de Neeyer de 180 mètres carrés de surface de chauffe, 7 mètres cubes de capacité, timbrée à 10 kg. Comme dans toutes les chaudières de ce système, les tubes sont assemblés deux à deux au moyen de boîtes rectangulaires, et de boîte à boîte sont établies des communications obliques par des tampons extérieurs doublement courbés (fig. 7). Chacun des assemblages entre boîte et tampon est réalisé au moyen d'une bague biconique, pénétrant de part et d'autre dans des orifices de 0 ^m .118 de diamètre; le serrage est obtenu par la pression d'une ancre extérieure dont les deux branches s'appuient sur deux tampons voisins. Le boulon de l'ancre mesure 0 ^m .022 de diamètre, 0 ^m .26 de longueur; il est terminé par un ergot ou tête carrée, engagé dans un logement pondante. Sur chaque tampon doublement courbé appuient deux branches d'ancre.	Un boulon à ancre A (fig. 7), situé au bas du faisceau tubulaire à l'arrière, s'est rompu, la tête carrée se séparant de la tige (fig. 8). Le tampon à double coudé sur lequel appuyait la branche droite de l'ancre, cessant d'être maintenu par celle-ci, s'est délogé de l'autre ancre qui appuyait sur lui et a été projeté. L'un des vantaux de la porte de boîte à tubes a été arraché de ses gonds et jeté à terre; mais le dégagement de vapeur et d'eau a été inoffensif, le local possédant une ouverture sur cour à l'arrière, de bonnes issues à l'avant, et le clapet automatique d'arrêt de vapeur ayant limité la vidange à la seule chaudière avariée.	Néant.	Fatigue et peut-être malfaçon d'un boulon à ancre d'un générateur de Neeyer, dont la disposition prête à une avarie de ce genre.
6 février	Dépôt de tramways, à Courbevoie (Seine).	Chaudière Babcock et Wilcox dont la conduite d'alimentation se terminait (fig. 9) par un ajutage fileté, légerement conique, vissé dans un orifice taraudé de la paroi du générateur. Cet ajutage ne pouvait être vissé librement jusqu'à serrage, parce que les filets du générateur étaient déformés par les vibrations du train. L'ajutage, enroulé d'une contre-pièce percée de deux trous, était vissé sur les filets du train.	Un ouvrier, qui avait à manoeuvrer le robinet placé sur la conduite d'alimentation auprès du générateur, ayant donné un coup de marteau sur le clef pour vaincre sa résistance, l'ajutage est projeté, et l'eau à haute température jaillit par l'orifice. Il a été constaté que les filets du vis n'étaient pas en prise directe, mais enfoncés dans un frotte calcaire mal lavé d'oxyde de plomb.	Ouvrier grièvement brûlé.	Constitution défectueuse de l'assemblage qui a cédé et dont les filetages n'étaient pas en prise, l'ajutage conique ayant été arrêté dans sa mise en place par la bulée d'une tôle intérieure.

19 février	Bateau de pêche à vapeur, à Boulogne (Pas-de-Calais).	Chaudière horizontale cylindrique à foyer intérieur et retour de flamme tubulaire, timbrée à 6 kg.; diamètre intérieur des tubes à fumée, 0 ^m .074. Un de ces tubes, s'étant écrasé, avait été tamponné à ses extrémités, une quinzaine de jours avant l'accident, au moyen de tampons en fer tronconiques, non reliés l'un à l'autre, simplement chassés au marteau et maintenus seulement par l'adhérence. Du côté de la boîte à feu, dont l'étréteuse rendait le travail malaisé, le tampon n'avait pénétré que de 3 centimètres.	Départ du tampon placé dans la boîte à feu, pendant que le bateau était sur les lieux de pêche. La vapeur, les gaz et les escarbilles ont reflué par le foyer dans la chambre de machine. Le mécanicien devait être sur un banc, à 1 ^m .75 de la chaudière et à 1 mètre de l'échelle du pont; le patron dormait sur un établi placé symétriquement, du côté opposé à l'échelle.	Les deux hommes qui se trouvaient dans la chambre de la machine ont été tués sur place.	L'accident a eu pour cause la manière vicieuse dont avait été tamponné un tube à fumée écrasé. Le tampon métallique employé n'avait pénétré dans le trou de plaque à tubes que d'une quantité minime; sa forme et le mode général de tamponnement employé préparaient à un accident de ce genre.
24 février	Acierie à Mont Saint-Martin (Meurthe-et-Moselle).	Chaudière verticale, cylindrique, à foyer intérieur et tubes pendentifs Field, actionnant une grue. Surface de chauffe, 15 mètres carrés; capacité, 1 ^m 3.7; timbre, 7 kg. Le foyer mesurait 1 mètre de diamètre, 1 ^m .53 de hauteur; sa partie cylindrique était formée d'une seule feuille, d'une épaisseur de 9 ^m .2 à 9 ^m .4 en pleine tôle; toutefois cette épaisseur était seulement de 6 millimètres à 6 ^m .7 autour de la porte du foyer, et de 7 millimètres à 7 ^m .4 à la base. Epreuve chez le constructeur en mars 1893. La disposition des soupapes ne leur permettait que des levées de 1 millimètre et 9 ^m .5 respectivement.	La machine était stoppée et les soupapes crachaient, lorsque la tôle cylindrique du foyer se déchira circulairement sur 0 ^m .60 de longueur le long de sa jonction avec la plaque tubulaire formant ciel, et se replia sur elle-même vers l'intérieur du foyer, en s'arrachant au pourtour du Guenlard (fig. 10 à 13). La chaudière tout entière est lancée en l'air comme une fusée. Des épreuves prélevées sur la partie de la tôle la moins déformée ont donné 33 kg. de résistance et 8.35 p. 100 d'allongement en long, 32 kg. et 6.75 p. 100 en travers. Cassure très feuilletée, dont l'examen n'a pu être immédiat.	Quelques dégâts matériels seulement.	La cause de l'accident n'a pu être entièrement élucidée; mais il y a lieu de retenir la faible épaisseur, eu égard au diamètre, de cette virole cylindrique extérieurement pressée.
14 mars.	Fabrique de jouets, à Paris.	Petite chaudière verticale en fonte de 0 ^m .42 de diamètre, 0 ^m .31 de hauteur et 4 millimètres d'épaisseur seulement, terminée à sa partie supérieure par une bride à angle vif, sur laquelle était boulonné un fond	Explosion survenue pendant que la prise de vapeur était fermée, par rupture circulaire de la paroi cylindrique à la naissance de la bride.	Démolition partielle d'une cloison de bois; pas d'accident de personnes.	L'explosion a vraisemblablement eu pour causes, d'une part, un excès de pression, auquel l'appareil était exposé en l'absence des soupapes de sûreté réglementaires.

DATE de l'accident	NATURE et situation de l'appareil ou l'appareil était placé	NATURE — forme et destination de l'appareil — Détails divers	CIRCONSTANCES de l'accident	CONSEQUENCES de l'accident	CAUSE PRÉSUMÉE de l'accident
26 mars.	Mines de houille à Portes (Gard).	Chaudière horizontale, non tubulaire, à un bouilleur inférieur. Surface de chauffe, 48 mètres carrés : Volume, 22 mètres cubes ; timbre, 5 kg. Appareil construit en 1874, mais installée comme chaudière à vapeur en 1886 seulement. Le bouilleur, de 0 ^m .98 de diamètre et 10 mètres de longueur, était en tôle de 10 millimètres d'épaisseur primitive ; mais il reposait à l'arrière, sur la maçonnerie du fourneau, et le robinet de vidange, placé à cette même extrémité, fuyait depuis quelque temps, de sorte que la maçonnerie était humide ; d'autre part, le charbon était pyriteux.	Arrachement d'une partie profondément corrodée, mesurant environ 0 ^m .30 X 0 ^m .40 à la partie inférieure arrière du bouilleur (fig. 14, 15 et 16). Au pourtour de l'enture, les épaisseurs variaient de 0 ^m .006 à zéro. En grattant la surface corrodée, on a eu un échantillon d'oxyde contenant 5 p. 100 d'oxyde de fer.	Dégâts matériels importants et grand dérangement de vapeur : les chauffeurs se trouvaient éloignés et se sont enfuis sans et saufs.	Corrosion extérieure profonde, développée au contact de la maçonnerie humide sous l'influence des fumées acides provenant de la combustion d'un charbon pyriteux.
7 avril.	Papeterie, à Conty (Somme).	Tambour sécheur en fonte de 2 ^m .30 de diamètre et 1 ^m .35 de longueur, formé d'une partie cylindrique de 22 millimètres d'épaisseur et de deux fonds nervurés, embollés dans la calandre et boulonnés chacun sur une bride intérieure venue de fonte avec la calandre au voisinage de chacune des extrémités de celle-ci. Ces fonds étaient en outre reliés l'un à l'autre par une nervure en sautoir, timbrée à 2 kg. Le tambour, timbré à 2 kg., était fixé à la calandre par des boulons de 22 millimètres de diamètre.	La calandre s'est brisée circulairement à chacune de ses deux extrémités, immédiatement en-deçà de la bride servant à la fixation du fond correspondant. Le fond de droite et la calandre, projetés d'un côté, défoncèrent un mur ; le fond de gauche, projeté de l'autre, fut trouvé brisé en trois morceaux. C'est par une rupture circulaire placée à l'extrémité de la calandre que la fixation d'un fond, et à la bride de la calandre, s'est faite.	Dégâts matériels ; pas d'accident de personnes.	L'accident doit être avant tout rapporté à la constitution défectueuse de l'appareil en regard à ses conditions de service. D'une part, la forme du cylindre à ses extrémités n'avait pas été établie de manière à présenter une continuité de la coupe de la fonte lors de la coupe du fond de l'autre part on n'avait pas prévu la possibilité d'une rupture circulaire de la calandre.

7 avril.	Fabrique de bobines, à Hasnon (Nord).	<p>Le 26 septembre 1893 à Bousbecque (Nord), en brûlant mortellement un ouvrier, et le 16 janvier 1895 à Cugand (Vendée), en tuant deux hommes, la soupape réglementaire manquait.</p> <p>Chaudière horizontale cylindrique de 22 mètres carrés de surface de chauffe, timbrée à 34,5 et munie à sa partie supérieure d'un trou d'homme elliptique, mesurant 0^m.37 et 0^m.23 suivant les axes. Le tampon, en fonte, présentait à son pourtour, pour s'appuyer contre le cadre, un bord plat de 0^m.035 de largeur, se détachant de la masse centrale par un angle rentrant à arête vive (fig. 17). L'appareil datait de 1877.</p>	<p>Le joint fuyait; deux hommes s'armèrent d'une clef de 0^m.89 de longueur et se mirent à resserrer les écrous sur les chevalets. C'est alors que le bord du tampon se brisa circulairement (fig. 17 et 18), à sa jonction avec la masse centrale, qui est lancée à travers trois étages de séchoirs dont elle éventre successivement les planchers.</p>	<p>Deux hommes grièvement brûlés.</p>	<p>Les hommes présents au moment de l'explosion se trouvaient à l'arrière du tampon, et par suite la projection du tampon, qui est parti en faussant la bande de fer placée en regard.</p>
12 avril.	Papeterie à St-Antonin (Tarn-et-Garonne).	<p>Chaudière de Naeyer de 48 mètres carrés de surface de chauffe, timbrée à 8 kg.; diamètre des tubes vapo-risateurs, 0^m.10. A la description du système donnée ci-dessus à l'occasion de l'accident du 5 février, il faut ajouter que, sur la boîte rectangulaire inférieure de chaque élément, sur les fig. 19 à 21, Pl. IX, est un tampon doublement coudé; l'autre, correspondant au premier tube de l'élément et marqué (1) sur les mêmes figures, est un tampon simple, sur lequel n'appuie qu'une seule branche d'ancre. Une bande en fer aa (fig. 19 et 21), de 0^m.075 de largeur, est disposée, comme garantie, devant les tubes de la rangée inférieure; les extrémités des ancras traversent cette bande pour venir s'appuyer contre les tampons (voir fig. 19).</p>	<p>Le tampon simple situé à gauche de la rangée inférieure des tubes fuyait à son emmanchement depuis plusieurs jours. Un ouvrier s'arma d'une clef et se mit en position pour resserrer l'écrou du boulon à ancre (le détail de ce boulon est donné fig. 23). C'est alors que celui-ci se détache de la boîte rectangulaire, non par rupture, mais parce que sa tête carrée ou ergot terminal sort de son logement sur cette boîte, ce que la disposition même de ce logement rendait possible (voir en fig. 22, la partie large qui permettait la mise en place de l'ergot); et le tampon simple est projeté en faussant la bande de fer de garantie comme le montre la fig. 21.</p>	<p>Un ouvrier tué sur le coup, deux autres brûlés mortellement.</p>	<p>En cherchant à élargir l'assemblage, l'ouvrier a dû imprimer à la tige du boulon un mouvement qui en a déformé l'ergot terminal de son logement dans la boîte rectangulaire; ce déformement, dont la possibilité résultait des dispositions de l'appareil, a permis le départ en grand de l'étrier et par suite la projection du tampon, qui est parti en faussant la bande de fer placée en regard.</p>

DATE de l'accident	NATURE et situation de l'établissement où l'appareil était placé	NATURE — forme et destination de l'appareil — Détails divers	CIRCONSTANCES de l'accident	CONSÉQUENCES de l'accident	CAUSE PRÉSUMÉE de l'accident
17 avril.	Usine d'électricité, à Paris.	Chaudière Belleville du type C-7, de 116 mètres carrés de surface de chauffe, 3-3.6 de capacité, timbrée à 15 kg., construite en 1890. La production de vapeur devait dépasser 20 kg. par mètre carré de surface de chauffe et par heure. On chauffait au coke. Le fourneau portait trois trappes d'expansion; mais sur la façade existaient des interstices de près de 1 centimètre de largeur entre les deux vantaux des portes du foyer et entre ces vantaux et le cadre des portes.	l'ouverture du 6 ^r tube (à partir du bas) de l'élément extrême de droite, sur 0 ^m .16 de longueur, avec 0 ^m .15 de battlement (fig. 24 et 25). Le tube présentait après l'accident, outre cette déchirure principale, plusieurs fentes longitudinales, dont une battant de plus de 1 millimètre et longue de 0 ^m .055. Des fentes analogues ont été trouvées sur le tube voisin et sur plusieurs autres. Le métal du tube rompu, ductile dans le sens longitudinal, ne pouvait supporter, dans le sens transversal, de modification de courbure sans se criquer. L'une au moins des trappes d'expansion a fonctionné, mais des jets brillants se sont fait jour par les interstices au pourtour des portes de foyer; c'est ce qui a brûlé le chauffeur.	Un ouvrier atteint de brûlures peu profondes, à la suite desquelles il a interrompu son service vingt-trois jours.	La rupture semble avoir été le résultat d'une altération du métal, due à une cause réelle obscure.
23 avril.	Usine d'électricité, à Paris.	Chaudière Belleville du type C-10, de 166 mètres carrés de surface de chauffe, 4-3.950 de capacité, timbrée à 15 kg.; tubes vaporisateurs mesurant 0 ^m .114 de diamètre intérieur, 5 millimètres d'épaisseur, 2 ^m .18 de longueur. Fourneau muni de trois trappes d'expansion.	l'élément extrême de droite; la déchirure, parallèle aux génératrices en son milieu, s'inclinchait aux extrémités (fig. 26 et 27); de sorte qu'un lambeau de tôle s'est rabattu vers l'extérieur, produisant une ouverture longue de 0 ^m .30 et largement béante, d'aire notablement supérieure au double de la section droite du tube. Les traces de surchauffe se voyaient autour du fourneau. Plusieurs des tubes situés au-dessous de l'élément défectueux, lors de l'enquête, que dans les tubes du bas le métal avait subi une déformation notable. L'insuffisance des trappes d'expansion a été constatée.	Néant, ce qui donne l'occasion de remarquer les effets salutaires de l'application des trappes d'expansion et des fermetures molles de deva-	Manque d'eau.

14 mai.	Fabrique de balles de corne, à Paris	Chaudière horizontale à deux bouilleurs, de 22 mètres carrés de surface de chauffe, 4 mètres cubes de capacité, timbrée à 5 kg. Les appareils indicateurs du niveau de l'eau consistaient en deux tubes de verre; mais l'un d'eux avait été annulé par la fermeture de ses robinets de communication avec la chaudière, à cause d'une fuite de son robinet purgeur, et il est possible (bien qu'il y ait à cet égard une incertitude d'enquête) que l'autre fut bouché à son extrémité supérieure par la bague de caoutchouc.	Chaudière brûlée assez grièvement.	L'explosion parait avoir été la conséquence d'un manque d'eau.
19 mai.	Dépôt de tramways à la Malmaison (Seine-et-Oise).	Récepteur de vapeur ou <i>bouillotte</i> placée sur une voiture automobile à vapeur (système de traction Mékarski). Cette bouillotte contenait de l'eau à haute température, qu'on réchauffe et renouvelle périodiquement en y envoyant de la vapeur d'une batterie de chaudières limitées à 6 kg.; d'autre part, en cours de marche, elle est traversée par l'air qui arrive des réservoirs ou <i>accumulateurs</i> de la voiture (où il est emmagasiné sous la pression de 40 à 45 kg.), barbote au travers de l'eau de la bouillotte et se rend de là aux cylindres moteurs. La bouillotte, qui sert ainsi de réservoir intermédiaire au fluide moteur, est timbrée à 45 kg. Construite en 1887, cette bouillotte mesurait 0 ^m .43 de diamètre, 1 ^m .43 de hauteur; son fond inférieur était une calotte emboîtée dont les formes et épaisseurs ont été trouvées les suivantes (fig. 28): rayon du courbure général, 0 ^m .63; rayon du congé de raccordement périphérique, 0 ^m .033; épaisseur, 10 ^m .5. Aucune vérification de l'état intérieur de ce récepteur n'avait eu lieu depuis sa mise en service.	Un agent a été brûlé aux jambes, sans gravité.	Fissures et corrosions en sillons, développées dans le congé périphérique du fond inférieur de la bouillotte. La trop brusque courbure de ce fond, d'autant plus critiquable qu'il s'agissait d'un appareil soumis à des variations de pression étendues, explique aisément le développement de ces averses, qui se sont produites à des degrés divers, au pourtour de tous les fonds des bouillottes du même type.

DATE de l'accident	NATURE et situation de l'appareil et son emplacement	NATURE — détails divers forme et destination de l'appareil	CIRCONSTANCES de l'accident	CONSEQUENCES de l'accident	CAUSE PRÉSUMÉE de l'accident
20 mai.	Sondière à Varangéville-Meurthe-et-Moselle).	Surchauffeur système composé de tuyaux reliés par des coudes de manière à former serpentin. Le système se termine par deux tubulures en fonte de (ø 30) de diamètre extérieur, servant l'une à l'entrée, l'autre à la sortie de la vapeur, et faisant saillie hors du fourneau de maçonnerie. Ces tubulures ont des fonds partiellement formés d'une paroi plane dont l'épaisseur, pour le fond qui s'est brisé, n'était que de 5 à 10 millimètres (fig. 25). La capacité du surchauffeur est 634 litres, son timbre 12 kg.; il est adjoint à une chaudière de 79 mètres carrés de surface de chauffe et 19 mètres cubes de capacité, qui fait partie d'une batterie de six générateurs, non munie des clapets d'arrêt de vapeur prescrits par le décret du 26 juin 1886.	Le surchauffeur n'était pas en service, mais on eut à exécuter une manœuvre de vanne qui le mettait momentanément en communication avec la conduite générale de vapeur de la batterie. La pression dans cette conduite devait être 19-25, et c'était la première fois qu'on admettait ainsi la vapeur dans le surchauffeur froid. Pendant qu'on examinait la manœuvre, le fond plat de la tubulure de sortie se brisa sur 1 décimètre carré (fig. 30), et un torrent de vapeur et d'eau se déversa par l'ouverture. Il y eut entraîné non seulement d'eau, mais de dépôt boueux provenant des chaudières.	Trois employés de l'usine ont été brûlés, l'un mortellement, les deux autres d'une manière plus ou moins grave.	Vice de fabrication consistant en un défaut d'épaisseur de la paroi de fonte qui s'est brisée. Il est possible, en outre, que cette rupture ait dû en partie la gravité de ses conséquences à l'absence, sur la batterie des chaudières, des clapets automatiques d'arrêt de vapeur, ce qui a prolongé le jet de vapeur et d'eau brulant par l'ouverture de la pièce rompue.
23 mai.	Teinturerie à Honfleur (Calvados).	Petite chaudière cylindrique verticale de (ø 51) de diamètre et (2,38) de hauteur, formée d'une tôle de cuivre de 1 millimètre environ d'épaisseur. L'appareil n'avait pas été éprouvé, sa paroi était chauffée au-dessus du niveau de l'eau, et le tube en verre, qui était le seul appareil indicateur de ce niveau, avait sa communication intérieure bouchée par la tarte.	La virrole cylindrique s'est déchirée le long de la génératrice suivant laquelle la tôle de cuivre était assemblée à elle-même par braisure, et les fonds se sont détachés.	Pas d'accident de personnes; bris de vitres.	La chaudière était installée et fonctionnait contrairement à toute prudence. Il est vraisemblable qu'une surchauffe a été la cause déterminante de l'explosion.
28 mai.	Usine à plâtre, à Vieux-Écluse (Aisne).	Chaudière verticale à foyer intérieur munie d'un régulateur de niveau, de 1872. Surface de chauffe, 102,9; capacité, 102,9 litres.	Le bouilleur floué, qui se trouvait dans la chaudière, s'est brisé, entraînant jusqu'à 1 mètre plus, en hauteur, la tôle de la chaudière.	Chaudière brûlée mortellement.	Corrosion extérieure profonde, les bouilleurs traversant les parois de la chaudière.

29 mai.	Papeterie à Miribel-les-Echelles (Isère).	<p>L'ensemble rotatif, cylindrique, horizontal, mesurant 2^m.06 de diamètre et 5^m.60 environ de longueur (fig. 34) ; capacité, 18 mètres cubes ; timbre, 5 kg. Appareil construit en 1881 ; sa partie cylindrique était formée de trois viroles, composées chacune de quatre feuilles de tôle dont l'épaisseur, réduite de quelques millimètres par l'usage intérieur, n'était plus que de 10 millimètres. L'une des feuilles de la virole du milieu portait en son centre une ouverture rectangulaire de 1^m.20 X 0^m.92, armée d'un cadre en fonte qui débordait vers l'intérieur de l'ouverture et contre lequel pressait appui une porte autoclavée, munie de deux chevalets (fig. 35).</p> <p>Tambour d'encoluse de 2 mètres de diamètre et 1^m.40 de longueur, construit en 1878, limbré primitivement à 34.5 et fonctionnant d'ordinaire à 14.5. Sa partie cylindrique n'était formée que d'une tôle de cuivre de 3 millimètres d'épaisseur primitive seulement, assemblée à elle-même le long d'une génératrice. En 1887, épreuve décennale sans incident. En 1896, déchirure longitudinale à la mise en marche ; on fait une réparation consistant à réduire le diamètre de 0^m.04 ; les bords de la déchirure, battus et formés en crochets, sont soudés au cuivre et raidis par un placage d'étain à l'intérieur. A la suite de cette opération, épreuve pour le limbre de 2^m kg.</p>	<p>Fragmentation du lessiveur suivant des cassures qui étaient fraîches dans la tôle, tandis que le cadre en fonte, brisé en trois endroits, avait deux de ses cassures manifestement remplies depuis longtemps, sur le tiers environ de la section du cadre, par la matière noire et grasse que déposent les lessives. Cette explosion est à rapprocher de celle du 1^{er} février 1892 à Tullins (Isère).</p>	<p>Dix personnes blessées légèrement.</p>	<p>L'explosion a eu pour cause essentielle la production de cassures dans le cadre en fonte de l'orifice de chargement. Cet orifice, en raison de ses dimensions considérables, ne pouvait être suffisamment armé par un cadre, dont ni la matière ni la forme n'assuraient la résistance nécessaire, et la formation des cassures qui ont compromis la solidité de ce cadre s'explique aisément.</p>	<p>seur d'une faible fraction de millimètre. L'insurrection de l'article 36 du décret du 30 avril 1880 a été, dans l'espèce, d'autant plus inexcusable que le bouilleur avait précédemment montré deux fissures, dont l'une avait fui.</p>	<p>Défaut de solidité originelle de l'appareil, accru par les effets de l'usage, et aggravé par une réparation défectueuse faite six semaines avant l'accident.</p>
18 juin.	Tissage de coton, à Rouen (Seine-Inférieure).	<p>Ouverture du cylindre, quelques instants après une mise en fonctionnement, par une déchirure qui suit sur une certaine longueur la soudure, puis s'en écarte et se propage en pleine tôle. Un lambeau de tôle de 0^m.201 a été projeté, mais sans atteindre personne. Sur les bords de la partie déchirée située en pleine tôle, les épaisseurs mesurées varient de 2^m.01 à 1^m.03.</p>	<p>Néant.</p>				

DATE de l'accident	NATURE et situation de l'appareil où l'accident était placé	NATURE — forme et destination de l'appareil — Détails divers	CIRCONSTANCES de l'accident	CONSEQUENCES de l'accident	CAUSE PRÉSUMÉE de l'accident
19 juillet.	Réseau de tramways, à Nogent-sur-Marne (Seine).	Récipient de vapeur ou <i>bouillotte</i> d'une voiture automotrice à aéro-vapeur. Cette bouillotte était du même modèle et appartenait à la même série de fabrication que celle qui avait fait explosion le 19 mai. Déjà, au début de l'année, une première bouillotte de cette série (qui en comprenait six) avait dû être mise hors service en raison d'une fuite provenant d'une fissure au congé de l'un des fonds.	Même accident que le 10 mai, survenu également au moment où l'on venait de recharger les réservoirs d'air comprimé. La cassure circulaire, suivant laquelle le fond inférieur s'est détaché, n'était fraîche que sur une épaisseur variant de 2 à 5 millimètres. Les corrosions en sillons occupaient une zone de 2 ou 3 centimètres de largeur (fig. 36 et 37). Sur les trois autres bouillottes formant le complément de la série, l'enquête a reconnu des détériorations similaires : elles ont été retirées du service.	Le machiniste et l'ouvrier du rechargement blessés grièvement.	Comme le 19 mai.
8 août.	Cartonnerie, à Pont-treux (Côte-d'Or).	Tambour sécheur de 1 ^m 20 de diamètre et 1 ^m 80 de longueur, timbré à 24,5, construit en 1885, réapprouvé en 1895. Chacun de ses fonds portait un regard elliptique de 0 ^m ,16 de grand axe, 0 ^m ,10 de petit axe, fermé, non par un autoclave, mais par un tampon extérieur mesurant 0 ^m ,20 et 0 ^m ,15 suivant ses axes, et tenu appliqué contre l'ouverture par un T ou boulon à ancre. La constitution de ce T était vicieuse : il se composait de deux morceaux de fer, une tige cylindrique et une tête trapézoïdale ; on avait pratiqué dans la tête (probalement par poinçonnage) une cavité où l'on avait introduit l'extrémité de la tige, puis cherché à souder le tout. La soudure n'avait pas donné à l'ensemble une homogénéité suffisante : la tête conservait une section faible à l'endroit des plus grandes efforts, et la corrosion avait mordu à la jonction des deux parties.	On avait refait, en juillet, le joint du tampon, sans s'apercevoir que le boulon à ancre était en mauvais état. Moins de deux heures avant l'accident, le joint s'étant mis à suinter, on avait disposé une gouttière pour recueillir l'eau de la fuite ; puis, celle-ci augmentant, on s'occupait de former l'admission de vapeur au tambour, quand le tampon fut projeté par suite de la rupture de la tête du T en son milieu, et la vapeur se déversa par l'ouverture du regard.	Deux ouvriers brûlés, l'un mortellement, l'autre d'une manière grave.	Vice de fabrication du boulon à ancre qui maintenait le tampon. La disposition non n'est pas recommandable par elle-même. Mais il y a surtout lieu de retenir, dans l'espèce, que le mode de fabrication du boulon à ancre était forcément vicieux, et exposait au défaut de soudure qui a rendu précaire la solidité de cette pièce et qui, ultérieurement aggravé par les serrages et les corrosions, a abouti à l'accident.

<p>gis au ouivre, à divas (Calva- dos).</p>	<p>rouer, de 212 mètres cubes face de chauffe, timbrée à 11 kg. Les tubes mesurent 0^m.11 de dia- mètre et 4^m.50 de longueur.</p>	<p>Porteur, par accouplement, de la sou- dure sur 1^m.10 de longueur, et à chaque extrémité, sur 0^m.25, de lon- gueur, par propagation de la déchi- rure, en plein métal (No. 38). Le baillement a atteint 0^m.20, et la défor- mation s'est accompagnée de crises nombreuses; un morceau de faibles dimensions a été projeté. Épaisseurs le long de la déchirure, variant de 4^m.1 à 4^m.6. La soudure avait eu un recouvrement insuffisant, et le métal était aigre et cassant.</p>	<p>Le chauffe- ment brûlé.</p>	<p>Alération et usure d'un tube à fumée en laiton, de grand diamètre et de faible épais- seur, appartenant à la partie supérieure du faisceau, et dont le métal, aminci par l'usure, avait dû en outre se trouver agité au cours de quatorze années de ser- vice. Ces circonstances gé- nérales sont celles d'autres cas analogues où des frag- mentations du même genre se sont produites.</p>
<p>Brasserie, à Creil (Oise).</p>	<p>20 août.</p>	<p>Genérateur horizontal à deux bouil- leurs, avec retour de flamme par quatorze tubes à fumée traversant le corps cylindrique; timbre 6 kg. Tubes à fumée mesurant 0^m.10 de diamètre et 2^m.50 de longueur. Dans la cons- truction primitive, qui date de 1882, ces tubes étaient tous en laiton, d'une épaisseur de 2^m.5; depuis lors, une partie seulement des tubes en laiton avait été remplacée par des tubes en fer. Les portes de la boîte à fumée n'étaient maintenues cha- cune que par un loquet. La chaudi- ère n'offrait qu'une seule issue.</p>	<p>Le chauffe- ment brûlé.</p>	<p>Corrosion extérieure profonde du bouilleur supérieur, dans la partie de ce bouil- leur située au-dessous de la cheminée. Les dispositions de cette cheminée et les conditions de fonctionne- ment de la chaudière pré- sentaient à une corrosion de ce genre, que l'exécution de l'article 36 du décret du 30 avril 1880 aurait fait apercevoir en temps utile.</p>
<p>Sucrerie, à Saint- Fargeau (Seine- et-Marne).</p>	<p>21 août.</p>	<p>Chaudière verticale à foyer intérieur et bouilleurs croisés, de 5^m.75 de sur- face de chauffe, 0^m.3,890 de capacité, timbrée à 5 kg. Foyer de 0^m.80 de diamètre, avec bouilleurs de 0^m.40 de diamètre, construits en tôle de 9 mil- limètres d'épaisseur primitive. À ge- l'inconu; dernière épreuve en 1888. La cheminée en tôle, de 8 mètres de hauteur, était pourvue d'un registre qu'on fermait presque complètement le soir, lorsqu'on voulait conserver le feu jusqu'au lendemain. De plus, la chaudière ne servait que d'une manière intermittente. De l'eau mêlée de suie avait dû couler sur le bouilleur supérieur, situé au-dessous de la cheminée.</p>	<p>Le chauffe- ment brûlé.</p>	<p>Corrosion extérieure profonde du bouilleur supérieur, dans la partie de ce bouil- leur située au-dessous de la cheminée. Les dispositions de cette cheminée et les conditions de fonctionne- ment de la chaudière pré- sentaient à une corrosion de ce genre, que l'exécution de l'article 36 du décret du 30 avril 1880 aurait fait apercevoir en temps utile.</p>

DATE de l'accident	NATURE et situation de l'établissement ou l'appareil était placé	NATURE — forme et destination de l'appareil — Détails divers	CIRCONSTANCES de l'accident	CONSEQUENCES de l'accident	CAUSE PRÉSUMÉE de l'accident
9 sept.	Grue flottante à Rouen (Seine-Inférieure).	Chaudière verticale à foyer intérieur et tubes vaporisateurs pendants, système Field. Timbre, 10 kg.; tubes pontonnés de 0 ^m ,06 de diamètre et 0 ^m ,003 d'épaisseur, en fer, soudés à recouvrement.	L'un des tubes Field s'est ouvert sur 0 ^m ,16 de longueur, le long d'une génératrice très voisine de la soudure. Un jet de vapeur s'est fait jour par-dessous la grille du foyer.	Un ouvrier qui se trouvait à bord du ponton, reculant à la vue du jet de vapeur, est tombé à l'eau et s'est noyé.	Rupture d'un tube pendentif, système Field, dans la région de la soudure longitudinale de ce tube. La cause de cette rupture n'a pas été déterminée avec certitude.
16 sept.	Chemin de fer entre Abbeville et Dompierre (Somme).	Chaudière locomotive timbrée à 10 kg., construite en 1889, dans laquelle un tube à tûnee, situé tout à fait au bas du faisceau, avait été supprimé, et les trous correspondants des plaques tubulaires avaient été obturés par de simples bouchons vissés. Le bouchon côté foyer, vissé dans la plaque tubulaire en cuivre de 0 ^m ,025 d'épaisseur, était en fer, de forme tronconique, avec sa grande base du côté du feu (longueur, 0 ^m ,054; diamètres des bases, 0 ^m ,048 et 0 ^m ,045). Il était fortement corrodé; sa tête carrée terminale avait entièrement disparu.	En cours de route, alors que le manomètre marquait, parait-il, 8 ^m ,5, le bouchon se détache et est projeté dans le foyer, dont la porte s'ouvre sous l'action du jet d'eau et de vapeur. Il a été constaté que les filets de vis de ce bouchon, très détériorés, étaient empâtés dans du minium, des oxydes de fer et du tartre.	Mécanicien et chauffeur grièvement brûlés.	Disposition vicieuse et mauvais état d'un bouchon qui obturait, dans la plaque tubulaire du foyer, le trou correspondant à un tube supprimé.
1 ^{er} oct.	Bateau à vapeur à St-Nazaire (Loire-Inférieure).	Chaudière à tubes d'eau, système Oriolle, timbrée à 8 kg.	Rupture d'un tube vaporisateur.	Chauffeur assez grièvement brûlé.	Cause non précisée.
5 octob.	Flûte à Nonville (Seine-Inférieure).	Chaudière horizontale à deux bouilleurs intérieurs de 27 mètres carrés de surface de chauffe, 7 mètres cubes de capacité environ, timbrée à 6 kg. Les appareils indicateurs du niveau de l'eau consistaient en un tube de verre et un flotteur magnétique. Le tube de verre communiquait avec le générateur (fig. 30, Pl. X) par un tuyau de vapeur de 8 millimètres de diamètre, lequel était percé d'un trou à son insertion dans la chaudière, et qui, par suite, avait l'accident.	Ouverture du bouilleur de droite, au coup de feu, sur 0 ^m ,80 de longueur, avec balillement de 0 ^m ,20; démolition de la devanture du fourneau. Quantité d'eau insignifiante déversée dans la chaudière. Les deux bouilleurs étaient bleuis. Les deux bouilleurs rompus ne contenaient presque plus d'eau. La chaudière était propre. Bien qu'il y ait eu certainement une explosion, elle n'a pas entraîné l'accident.	Néant.	Surchauffe par manque d'eau, dont l'origine doit se rattacher à un fonctionnement défectueux des appareils indicateurs.

19 oct.	Chemin de fer, ligne de Mar-seille à Vaynes (réseau Paris-Lyon-Méditer-ranée).	Des points, par la rondelle d'un joint, et particulièrement entaillé à son insertion dans la monture inférieure du tube indicateur.	Rupture d'un tube à fumée qui présentait une diminution d'épaisseur importante, variable d'ailleurs d'un point à l'autre; après grattage, l'épaisseur restante s'est réduite à zéro en certains points. Le jet d'eau et de vapeur ouvrit la joint du foyer.	Mécanicien grièvement brûlé.	Usure du tube, qui ne pesait plus que 14,760 par mètre dans la région évariée et dont l'épaisseur était, par places, réduite jusqu'à néant.
2 nov.	Sucrerie à Rue (Somme).	Chaudière horizontale semi-tubulaire, à deux bouilleurs inférieurs, de 196 mètres carrés de surface de chauffe, 16 mètres cubes de capacité; timbre, 6 kg. Les appareils indicateurs du niveau de l'eau consistaient en un tube de verre et un flotteur magnétique. Ce générateur faisait partie d'une batterie dont l'alimentation était confiée à un ouvrier spécial qui se tenait sur le massif. Le jour de l'accident, l'alimenteur ordinaire n'était pas venu à son service et avait envoyé à sa place un ouvrier qui n'avait jamais fait ce travail.	L'ouvrier inexpérimenté, préparé à l'alimentation, est resté cinq heures sans envoyer d'eau dans ce générateur, parce que, dit-il, l'aiguille du flotteur magnétique restait constamment au sommet de sa course et le tube de verre contenait toujours de l'eau. Ouverture du corps cylindrique le long de la rivure longitudinale de droite de la virole d'arrière; le métal montrait des traces de surchauffe. La chaudière est restée en place, mais les dégâts ont été importants aux maçonneries et aux conduites de vapeur. Les clapets automatiques d'arrêt de vapeur ont fonctionné.	Deux ouvriers brûlés sans gravité; assez grands dégâts matériels.	Surchauffe par manque d'eau.
10 nov.	Usine d'électricité, à Paris.	Générateur Belleville type B-7, de 80 mètres carrés de surface de chauffe, timbré à 15 kg. Il paraît que l'appareil avait été lavé sept jours avant l'accident, avec déblayage de l'élément extrême de droite. La vaporisation pouvait dépasser 20 kg. par mètre carré de surface de chauffe et par heure. Le fourneau de ce générateur portait à sa partie supérieure des trappes d'expansion.	A l'élément extrême de droite, déchirure du 9 ^e tube à partir du bas (situé à peu près à mi-hauteur du faisceau), en dehors de la soudure et sur presque toute la longueur du tube, jusque dans la partie fléchée à l'intérieur de la boîte de raccordement d'avant (fig. 42 à 45); balle-ment, 62 millimètres. Le métal était bleui localement, et le tube contenait, vers son extrémité antérieure, un dépôt adhérent, constitué par des plaquettes de latrerie agglutinées et occupant les deux tiers de la section dudit tube (fig. 40 et 41). Les	Néant.	Surchauffe locale, attribuable à un défaut de circulation, en raison de la présence d'un amoncellement de dépôt à l'extrémité de l'un des tubes de l'élément; les conditions de la circulation pouvaient, d'ailleurs, être rendues délicates par l'activité de la vaporisation. La manière dont le tube, sous l'influence de la surchauffe, s'est ouvert sur la presque totalité de sa longueur semble indiquer que

DATE de l'accident	NATURE et situation de l'établissement où l'appareil était placé	NATURE forme et destination de l'appareil — Détails divers	CIRCONSTANCES de l'accident	CONSEQUENCES de l'accident	CAUSE PRÉSUMÉE de l'accident
13 nov.	Sucrerie, à Saint-Beauzire (Puy-de-Dôme).	Batterie de quatre générateurs, du type horizontal semi-tubulaire à deux bouilleurs inférieurs. Les huit bouilleurs étaient reliés, à l'arrière, par un collecteur de vidange commun, en cuivre, entièrement rectiligne, sans aucune disposition propre à ménager le jeu des dilatations (fig. 46 et 47). Or ce collecteur était sujet à des variations de température très étendues, car, placé dans un couloir d'arrière où la température de l'air a été trouvée égale à 62°, il servait non seulement comme conduite de vidange, mais aussi, à certains moments, comme conduite d'emplissage des générateurs hors feu, et dans ce cas il recevait l'eau d'un réservoir où la température était 7°. Le couloir d'arrière, dont la largeur était seulement 1 ^m 40, n'avait d'issue qu'à une extrémité, opposée à celle par laquelle on pouvait faire arriver l'eau froide du réservoir dans ce collecteur en cuivre.	La chaudière la plus voisine du point d'arrivée de l'eau froide dans le collecteur d'arrière présentant quelques fuites, on avait mis cette chaudière hors feu; après qu'elle fut viduée, voulant assurer de la position des fuites, on la remplit d'eau, ce qui fut fait en partie en envoyant de l'eau froide par le collecteur d'arrière; enfin l'on se mit en devoir de la vider derechef au moyen de ce même collecteur. A ce moment, rupture d'un des deux robinets de vidange appartenant à la chaudière de l'extrémité opposée, au ras du collet de la bride par lequel ce robinet, qui reliait le bouilleur au collecteur en cuivre, était greffé sur le bouilleur. Cette chaudière était en service, et l'eau à haute température jaillit par l'ouverture; l'ouvrier qui se trouvait au fond du couloir dut, pour s'enfuir, traverser le jet brûlant. La cassure du collet de bride était saute, et il a été constaté que les attaches du collecteur, correspondant à plusieurs tubulures similaires de celle qui s'est rompue, avaient subi des déformations notables et de	Un ouvrier brûlé mortellement.	la constitution de cette pièce présentait une anomalie.

Illustration de l'accident le long de la conduite de l'eau froide.

Les chaudières, le chef mécanicien de l'établissement, le directeur de l'usine.

Un ouvrier brûlé mortellement.

Chaudière horizontale à foyer intérieur, en cuivre, avec réservoir de l'eau froide.

Chaudière horizontale à foyer intérieur, en cuivre, avec réservoir de l'eau froide.

Chaudière horizontale à foyer intérieur, en cuivre, avec réservoir de l'eau froide.

70 nov.

9 déc.	Chemin de fer, près de Montluçon (réseau d'Orléans)	<p>Chaudière locomotive, dans laquelle le tube à fumée qui s'est rompu était un tube en laiton de 0^m.048 de diamètre intérieur et 2^m.75 d'épaisseur primitive, raboté en cuivre rouge.</p> <p>Chaudière de Naeyer de 82 mètres carrés de surface de chauffe, imbrée à 6 kg., construite en 1889. Tubes vaporisateurs de 0^m.11 de diamètre.</p>	<p>foyer, puis les tubes à fumée, ont un troisième parcours le long du corps cylindrique principal. Surface de chauffe, 68 mètres carrés; capacité, 500.3; timbre, 8 kg.; construction en 1892. Le corps cylindrique principal, de 1^m.46 de diamètre (fig. 46) et 4^m.20 de longueur, était formé de trois viroles en tôle de 11 millimètres; rivures doubles. La tôle de la demi-virole supérieure d'avant, essayée à la traction après l'accident, a montré une ductilité irrégulière, et à l'analyse chimique des proportions variables de phosphore allant jusqu'à 0.325 p. 100. Les essais de pliage ont accusé un défaut de flexibilité.</p>	<p>cornière d'avant; on mela. Le 28 novembre, fuite sur au moins 0^m.40 de long, au même endroit qu'en janvier; la chaudière est mise hors feu et vidangée. Le lendemain un chaudronnier, après simple inspection extérieure, exécute un malage, puis on empila la chaudière, et il mate de nouveau pour aveugler des suintements. On allume alors le feu; peu de temps après que le manomètre eut été vu à 4 kg., explosion du corps cylindrique, dont la virole d'avant s'ouvre le long de la rivure qui avait fui, par une rupture de la tôle supérieure et intérieure, le long de la rangée supérieure de rivets (fig. 49 à 51). La section de rupture montrait, sur plus de 0^m.65 de longueur, une cassure ancienne plus ou moins profonde. La tôle portait les empreintes de malages répétés.</p> <p>Le tube s'est aplati à 0^m.45 de l'extrémité côté foyer. Le jet de fluides qui a atteint le chauffeur s'est fait jour autour de la porte du guichard (foyer Ten-Brinck).</p> <p>Ouverture d'un tube de la rangée inférieure, sur 0^m.33 de longueur, en forme de boutonnière. L'avarie s'est produite au moment où la chaudière venait d'être mise en pression.</p>	
23 déc.	Hauts-fourneaux, à Maroaval (Haute-Marne).	<p>Chauffeur brulé (trente-deux jours d'incapacité de travail).</p> <p>Néant.</p>	<p>la ligne de rivets la plus voisine du bord de la tôle extérieure. Elle était en partie ancienne; elle s'est développée dans une tôle de qualité médiocre, sous l'action de malages répétés, effectués à l'extérieur sur la tôle adjacente. Il n'y avait pas, sans danger grave, compatibilité entre la nature de cette tôle et les malages qui ont été appliqués contre elle.</p>	<p>L'écrasement du tube paraît avoir été le résultat de son usure.</p> <p>Cause non déterminée.</p>	

DATE de l'accident	NATURE et situation de l'établissement où l'appareil était placé	NATURE forme et destination de l'appareil — Détails divers	CIRCONSTANCES de l'accident	CONSEQUENCES de l'accident	CAUSE PRÉSUMÉE de l'accident
17 avril.	Usine d'électricité, à Paris.	Chaudière Belleville du type C-7, de 116 mètres carrés de surface de chauffe, 3-3.5 de capacité, timbrée à 15 kg., construite en 1890. La production de vapeur devait dépasser 20 kg. par mètre carré de surface de chauffe et par heure. On chauffait au coke. Le fourneau portait trois trappes d'expansion; mais sur la façade existaient des interstices de près de 1 centimètre de largeur entre les deux vantaux des portes du foyer et entre ces vantaux et le cadre des portes.	ouverture du 6 ^e tube (à partir du bas) de l'élément extrême de droite, sur 0-16 de longueur, avec 0-15 de baillement (fig. 24 et 25). Le tube présentait après l'accident, outre cette déchirure principale, plusieurs fentes longitudinales, dont une bail- lant de plus de 1 millimètre et longue de 0-055. Les fentes analogues ont été trouvées sur le tube voisin et sur plusieurs autres. Le métal du tube rompu, ductile dans le sens longitu- dinal, ne pouvait supporter, dans le sens transversal, de modification de courbure sans se criquer. L'une au moins des trappes d'expansion a fon- ctionné, mais des jets brûlants se sont fait jour par les interstices au pourtour des portes de foyer; c'est ce qui a brûlé le chaudière.	Un ouvrier atteint de brûlures peu profondes, à la suite desquelles il a interrompu son service vingt-trois jours.	La rupture semble avoir été le résultat d'une altération du métal, due à une cause restée obscure.
23 avril.	Usine d'électricité, à Paris.	Chaudière Belleville du type C-10, de 166 mètres carrés de surface de chauffe, 4-2.150 de capacité, timbrée à 15 kg.; tubes vapo- risateurs mesurant 0-114 de diamètre inférieur, 5 millimètres d'épais- seur, 2-18 de longueur. Fourneau muni de trois trappes d'expansion.	ouverture du 6 ^e tube (à partir du bas) de l'élément extrême de droite; la déchirure, parallèle aux génératrices en son milieu, s'insérait aux extré- mités (fig. 26 et 27); de sorte qu'un lambeau de tôle s'est rabattu vers l'extérieur, produisant une ouverture longue de 0-30 et largement béante, d'aire notablement supérieure au double de la section des tubes. Les doigtiers des portes de foyer, situés au bas du faisceau; plusieurs che- villes étaient fondues; il ne restait d'eau, lors de l'enquête, que dans le réservoir de la chaudière d'al- lègement.	Néant, ce qui donne occasion de re- marquer les effets salutaires de l'ap- plication des trap- pes d'expansion et des fermetures so- lides de devan- tures.	Manque d'eau.

14 mai.	raurique un m- telles de corne, à Paris	leurs, de 22 mètres carrés de sur- face de chauffe, 4 mètres cubes de capacité, timbrée à 5 kg. Les ap- pareils indicateurs du niveau de l'eau consistaient en deux tubes de verre; mais l'un d'eux avait été annulé par la fermeture de ses ro- binets de communication avec la chaudière, à cause d'une fuite de son robinet purgeur, et il est possible (bien qu'il y ait à cet égard une in- certitude d'enquête) que l'autre fût bouché à son extrémité supérieure par la bague de caoutchouc.	coup de feu, sur (n° 38 de longueur, avec bûillement de 0 ^m .065. L'explo- sion n'a produit aucun dégât no- table, et il n'y eut, paraît-il, qu'une quantité insignifiante d'eau projetée hors de la chaudière.	conséquence d'un manque d'eau.	
19 mai.	Dépôt de tramways à la Maltonnière (Seine-et-Oise).	Récepteur de vapeur ou <i>bouillotte</i> placée sur une voiture automotrice à aéro-vapeur (système de traction McKarski). Cette bouillotte contient de l'eau à haute température, qu'on réchauffe et renouvelle périodique- ment en y envoyant de la vapeur d'une batterie de chaudières lim- brées à 6 kg.; d'autre part, en cours de marche, elle est traversée par l'air qui arrive des réservoirs ou <i>accumulateurs</i> de la voiture (où il est emmagasiné sous la pression de 40 à 45 kg.), barbote au travers de l'eau de la bouillotte et se rend de là aux cylindres moteurs. La bouillotte, qui sert ainsi de réservoir intermédiaire au fluide moteur, est timbrée à 45 kg. Construite en 1887, cette bouillotte mesurait 0 ^m .45 de diamètre, 1 ^m .33 de hauteur; son fond inférieur était une calotte em- boute dont les formes et épaisseurs ont été trouvées les suivantes (fig. 28): rayon de courbure général, 0 ^m .65; rayon du congé de raccordement périphérique, 0 ^m .033; épaisseur, 1 ^m .05. Aucune vérification de l'état intérieur de ce récepteur n'avait eu lieu depuis sa mise en service.	Au moment où la voiture venait d'achever au dépôt le rechargement de ses réservoirs, départ violent du fond inférieur de la bouillotte, qui s'est rompu circulairement à son congé périphérique, suivant la zone des flexions, et a été projeté vers le bas, tandis que le reste du récepteur a été lancé en l'air. La ligne de séparation présentait sur presque tout le pourtour des cassures pré- existantes, partant de la face inté- rieure et pénétrant plus ou moins profondément dans la tôle; l'une d'elles, de 0 ^m .30 de longueur, ne laissait qu'une épaisseur de métal sain variant de 4 ^m .00 à 1 millimètre. La face interne du fond qui s'est dé- taché portait le long de la ligne de rupture, sur une zone de 0 ^m .02 de largeur, des corrosion générale- ment circulaires, ayant une profon- deur de 1 à 3 millimètres et dimi- nuant d'importance à mesure qu'on s'éloignait du bord de la cassure.	Un agent a été brûlé aux jambes, sans gravité.	Fissures et corrosions en sil- lon, développées dans le congé périphérique du fond intérieur de la bouillotte. La trop brusque courbure de ce fond, d'autant plus critiquable qu'il s'agissait d'un appareil soumis à des variations de pression éten- dus, explique aisément le développement de ces av- aries, qui se sont produites à des degrés divers, au pourtour de tous les fonds des bouillottes du même type.

DATE de l'accident	NATURE et situation de l'établissement où l'appareil était placé	NATURE — forme et destination de l'appareil — Détails divers	CIRCONSTANCES de l'accident	CONSEQUENCES de l'accident	CAUSE PRÉSUMÉE de l'accident
20 mai.	Soudière à Varangville-Meurthe-et-Moselle).	Surchauffeur système Schwager, composé de tuyaux reliés par des coudes de manière à former serpent. Le système se termine par deux tubulures en fonte de (0-20) de diamètre extérieur, servant l'une à l'entrée, l'autre à la sortie de la vapeur, et faisant saillie hors du fourneau de maçonnerie. Ces tubulures ont des fonds partiellement formés d'une paroi plane dont l'épaisseur, pour le fond qui s'est brisé, n'était que de 5 à 10 millimètres (fig. 29). La capacité du surchauffeur est 634 litres, son timbre 12 kg.; il est adjoint à une chaudière de 79 mètres carrés de surface de chauffe et 49 mètres cubes de capacité, qui fait partie d'une batterie de six générateurs, non munie des clapets d'arrêt de vapeur prescrits par le décret du 26 juin 1886.	Le surchauffeur n'était pas en service, mais on eut à exécuter une manœuvre de vanne qui le mettait momentanément en communication avec la conduite générale de vapeur de la batterie. La pression dans cette conduite devait être 14-25, et c'était la première fois qu'on admettait ainsi la vapeur dans le surchauffeur froid. Pendant qu'on exécutait la manœuvre, le fond plat de la tubulure de sortie se brisa sur 1 décimètre carré (fig. 30), et un torrent de vapeur et d'eau se déversa par l'ouverture. Il y eut entraînement non seulement d'eau, mais de dépôt boueux provenant des chaudières.	Trois employés de l'usine ont été brûlés, l'un mortellement, les deux autres plus ou moins grave.	Vice de fabrication consistant en un défaut d'épaisseur de la paroi de fonte qui s'est brisée. Il est possible, en outre, que cette rupture ait dû en partie la gravité de ses conséquences à l'absence, sur la batterie des chaudières, des clapets automatiques d'arrêt de vapeur, ce qui a prolongé le jet de vapeur et d'eau brûlante par l'ouverture de la pièce rompue.
23 mai.	Teinturerie à Honfleur (Calvados).	Petite chaudière cylindrique verticale de (0-51) de diamètre et (0-30) de hauteur, formée d'une tôle de cuivre de 1 millimètre environ d'épaisseur. L'appareil n'avait pas été éprouvé, sa paroi était chauffée au-dessus du niveau de l'eau, et le tube en verre, qui était la seul appareil indicateur de ce niveau, avait sa communication inférieure bouchée par la tôle.	La virole cylindrique s'est déchirée le long de la génératrice suivant laquelle la tôle de cuivre était assemblée à elle-même par brasure, et les fonds se sont détachés.	Pas d'accident de personnes; bris de vitres.	La chaudière était installée et fonctionnait contrairement à toute prudence. Il est vraisemblable qu'une surchauffe a été la cause déterminante de l'explosion.
23 mai.	Usine à plâtre à Achenal (Mayenne).	Chaudière verticale à foyer intérieur, en maçonnerie, contrôlée en sa partie inférieure par un timbre. Les maçonneries au-dessus de la	Le bouilleur fissuré, qui se trouvait, d'autre part, amarré par la courroie de la machine à vapeur, a été projeté, sans perdre, à une distance de 10 mètres, dans le puits.	Chaudfleur brisé mortellement.	Corrosion extérieure profonde, qui avait amené l'un des bouilleurs à traverser la maçonnerie, et à se briser par un violent saut, produisant

29 mai.	Papeterie à Miribel-les-Echelles (Isère).	<p>g'épaisseur et 220 millimètres de diamètre extérieur. L'un des deux bouilleurs les plus rapprochés du foyer présentait deux fissures transversales <i>m</i>, <i>n</i> (fig. 31), dont l'une avait fui et avait été l'objet d'une réparation de fortune (contre-pièce <i>r</i> et entretoise <i>s</i>, fig. 32).</p> <p>Lessiveur rotatif cylindrique, horizontal, mesurant 2^m,06 de diamètre et 5^m,60 environ de longueur (fig. 34); capacité, 18 mètres cubes; timbre, 5 kg. Appareil construit en 1881; sa partie cylindrique était formée de trois viroles, composées chacune de quatre feuilles de tôle dont l'épaisseur, réduite de quelques millimètres par l'usure intérieure, n'était plus que de 10 millimètres. L'une des feuilles de la virole du milieu portait en son centre une ouverture rectangulaire de 1^m,20 X 0^m,92, armée d'un cadre en fonte qui débordait vers l'intérieur de l'ouverture et contre lequel pressait appui une porte autoclave, munie de deux chevaux (fig. 35).</p>	<p>Fragmentation du lessiveur suivant des cassures qui étaient fraîches dans la tôle, tandis que le cadre en fonte, brisé en trois endroits, avait deux de ses cassures manifestement remplies depuis longtemps, sur le tiers environ de la section du cadre, par la matière noire et grasse que déposent les lessives. Cette explosion est à rapprocher de celle du 1^{er} février 1892 à Tullins (Isère).</p>	Dix personnes blessées légèrement.	<p>L'explosion a eu pour cause essentielle la production de cassures dans le cadre en fonte de l'orifice de chargement. Cet orifice, en raison de ses dimensions considérables, ne pouvait être suffisamment armé par un cadre, dont ni la matière ni la forme n'assuraient la résistance nécessaire, et la formation des cassures qui ont compromise la solidité de ce cadre s'explique aisément.</p>	<p>Defaut de solidité original de l'appareil, accru par les effets de l'usure, et aggravé par une réparation défectueuse faite six semaines avant l'accident.</p>
18 juin.	Tissage de colon, à Rouen (Seine-Inférieure).	<p>Tambour d'encollouse de 2 mètres de diamètre et 1^m,40 de longueur, construit en 1878, timbre primitivement à 2^m,5 et fonctionnant d'ordinaire à 1^m,3. Sa partie cylindrique n'était formée que d'une tôle de cuivre de 3 millimètres d'épaisseur primitive seulement, assemblée à elle-même le long d'une génératrice. En 1887, l'éprouve décennale sans incident. En 1896, déchirure longitudinale à la mise en marche : on fait une réparation consistant à réduire le diamètre de 0^m,04; les bords de la déchirure, battus et formés en crochets, sont soudés au cuivre et raidis par un placage d'étaux à l'intérieur. A la suite de cette opération, l'éprouve pour le timbre de 2 kg.</p>	<p>Ouverture du cylindre, quelques instants après une mise en fonctionnement, par une déchirure qui suit sur une certaine longueur la soudure, puis s'en écarte et se propage en pleine tôle. Un lambeau de tôle de 0^m,201 a été projeté, mais sans atteindre personne. Sur les bords de la partie déchirée située en pleine tôle, les épaisseurs mesurées varient de 2^m,2 à 1^m,8.</p>	Néant.		

DATE de l'accident	NATURE et situation de l'établissement ou l'appareil était placé	NATURE — Détails divers forme et destination de l'appareil	CIRCONSTANCES de l'accident	CONSÉQUENCES de l'accident	CAUSE PRÉSUMÉE de l'accident
19 juillet.	Réseau de tramways, à Nogent-sur-Seine (Seine).	Récipient de vapeur ou <i>bouillotte</i> d'une voiture automotrice à aéro-vapeur. Cette bouillotte était du même modèle et appartenait à la même série de fabrication que celle qui avait fait explosion le 19 mai. Déjà, au début de l'année, une première bouillotte de cette série (qui en comprenait six) avait dû être mise hors service en raison d'une fuite provenant d'une fissure au congé de l'un des fonds.	Même accident que le 19 mai, survenu également au moment où l'on venait de recharger les réservoirs d'air comprimé. La cassure circulatoire, suivant laquelle le fond inférieur s'est détaché, n'était fraîche que sur une épaisseur variant de 2 à 5 millimètres. Les corrosions en allongement occupaient une zone de 2 ou 3 centimètres de largeur (fig. 36 et 37). Sur les trois autres bouillottes formant le complément de la série, l'enquête a reconnu des détériorations similaires : elles ont été retirées du service.	Le machiniste et l'ouvrier du rechargement blessés grièvement.	Comme le 19 mai.
8 août.	Cartonnerie à Pont-treux (Côte-du-Nord).	Tambour sècheur de 1 ^m 20 de diamètre et 1 ^m 80 de longueur, timbré à 24,5. Construit en 1886, réproposé en 1895. Chacun de ses fonds portait un regard elliptique de 0 ^m ,16 de grand axe, 0 ^m ,10 de petit axe, fermé, non par un autoclave, mais par un tampon extérieur mesurant 0 ^m 20 et 0 ^m 14 suivant ses axes, et tenu appliqué contre l'ouverture par un T ou boulon à ancre. La constitution de ce T était vicieuse : il se composait de deux morceaux de fer, une tige cylindrique et une tête trapézoïdale ; on avait pratiqué dans la tête (probalement par poinçonnage) une cavité où l'on avait introduit l'extrémité de la tige, puis cherché à souder le tout. La soudure n'avait pas donné à l'ensemble une homogénéité suffisante : la tête conservait une certaine élasticité, et la corrosion avait mené à la destruction des deux parties.	On avait refait, en juillet, le joint du tampon, sans s'apercevoir que le boulon à ancre était en mauvais état. Moins de deux heures avant l'accident, le joint s'était mis à suinter, on avait disposé une gouttière pour recueillir l'eau de la fuite ; puis, celle-ci augmentant, on s'occupait de fermer l'admission de vapeur au tambour, quand le tampon fut projeté par suite de la rupture de la tête du T en son milieu, et la vapeur se déversa par l'ouverture du regard.	Deux ouvriers brûlés, l'un mortellement, l'autre d'une manière grave.	Vice de fabrication du boulon à ancre qui maintenait le tampon. La disposition non autoclave de la fermeture n'est pas recommandable par elle-même. Mais il y a surtout lieu de retenir, dans l'espèce, que le mode de fabrication du boulon à ancre était foncièrement vicieux, et exposait au défaut de soudure qui a rendu précaire la solidité de cette pièce et qui, ultérieurement aggravé par les serrages et les corrosions, a abouti à l'accident.

<p>Dives (Calvados).</p>	<p>20 août.</p>	<p>Brasserie, à Creil (Oise).</p>	<p>Fac de chauffe, timbrée à 11 kg. — Les tubes mesurent 0^m,11 de diamètre et 4^m,90 de longueur.</p>	<p>Générateur horizontal à deux bouilleurs, avec retour de flamme par quatorze tubes à fumée traversant le corps cylindrique; timbre, 8 kg. Tubes à fumée mesurant 0^m,10 de diamètre et 2^m,50 de longueur. Dans la construction primitive, qui date de 1882, ces tubes étaient tous en laiton, d'une épaisseur de 2^m,5; depuis lors, une partie seulement des tubes en laiton avait été remplacée par des tubes en fer. Les portes de la boîte à fumée n'étaient maintenues chacune que par un loquet. Le chauffier n'offrait qu'une seule issue.</p>	<p>Fragmentation d'un tube à fumée en laiton de la rangée supérieure, en être tous retrouvés; il ne restait, adhérents aux plaques tubulaires, que deux fragments longs de 0^m,20 et 0^m,35. Les épaisseurs constatées ont varié de 2^m,5 à 1^m,5. L'une des portes de boîte à fumée s'est ouverte sous l'action du flux de vapeur, qui a envahi la chaufferie. Voir, au sujet de cet accident et de ses analogues, <i>Annales des Mines</i>, 9^e série, tome XI, p. 534 et suiv.</p>	<p>Le chauffeur grièvement brûlé.</p>	<p>Altération et usure d'un tube à fumée en laiton, de grand diamètre et de faible épaisseur, appartenant à la partie supérieure du faisceau, et dont le métal, aminci par l'usure, avait dû en outre se trouver aigri au cours de quatorze années de service. Ces circonstances générales sont celles d'autres cas analogues où des fragmentations du même genre se sont produites.</p>	<p>Corrosion extérieure profonde du bouilleur supérieur, dans la partie de ce bouilleur située au-dessous de la cheminée. Les dispositions de cette cheminée et les conditions de fonctionnement de la chaudière préentaient à une corrosion de ce genre, que l'exécution de l'article 36 du décret du 30 avril 1880 aurait fait apercevoir en temps utile.</p>	<p>Le chauffeur, brûlé aux pieds, a subi plus de vingt jours d'incapacité de travail.</p>	<p>Déchirure du bouilleur supérieur, qui s'est cravé en pleine tôle, un lambeau de 0^m,18 de longueur et 0^m,08 de largeur se rabattant autour d'un de ses grands côtés et laissant béant un trou de mêmes dimensions. Cette partie du bouilleur était celle tournée vers le haut et située juste au-dessous de la cheminée; elle était tellement corrodée que les épaisseurs mesurées au pourtour de l'enlèvement ont varié de 1^m,5 à 0^m,7.</p>	<p>Chaudière verticale à foyer intérieur et bouilleurs croisés, de 5^m,275 de surface de chauffe, 0^m,3800 de capacité, timbrée à 5 kg. Foyer de 0^m,80 de diamètre, avec bouilleurs de 0^m,40 de diamètre, construits en tôle de 9 millimètres d'épaisseur primitive. Age inconnu; dernière épreuve en 1888. La cheminée en tôle, de 8 mètres de hauteur, était pourvue d'un registre qu'on fermait presque complètement le soir, lorsqu'on voulait conserver le feu jusqu'au lendemain. De plus, la chaudière ne servait que d'une manière intermittente. De l'eau mêlée de suie avait dû goûter sur le bouilleur supérieur, situé au-dessous de la cheminée.</p>
---------------------------------	-----------------	-----------------------------------	--	--	---	---------------------------------------	--	---	---	--	---

DATE de l'accident	NATURE et situation de l'établissement où l'appareil était placé	NATURE — forme et destination de l'appareil — Détails divers	CIRCONSTANCES de l'accident	CONSEQUENCES de l'accident	CAUSE PRÉSUMÉE de l'accident
9 sept.	Grue flottante à Rouen (Seine-Inférieure).	Chaudière verticale à foyer intérieur et tubes vaporisateurs pendentifs, système Field. Timbre, 10 kg.; tubes pendentifs de 0 ^m .06 de diamètre et 0 ^m .003 d'épaisseur, en fer, soudés à recouvrement.	L'un des tubes Field s'est ouvert sur 0 ^m .16 de longueur, le long d'une génératrice très voisine de la soudure. Un jet de vapeur s'est fait jour par-dessous la grille du foyer.	Un ouvrier qui se trouvait à bord du ponton, reculant à la vue du jet de vapeur, est tombé à l'eau et s'est noyé.	Rupture d'un tube pendentif, système Field, dans la région de la soudure longitudinale de ce tube. La cause de cette rupture n'a pas été déterminée avec certitude.
16 sept.	Chemin de fer entre Abbeville et Compiègne (Somme).	Chaudière locomotive timbrée à 10 kg., construite en 1889, dans laquelle un tube à l'incise, situé tout à fait au bas du faisceau, avait été supprimé, et les trous correspondants des plaques tubulaires avaient été obturés par de simples bouchons vissés. Le bouchon côté foyer, vissé dans la plaque tubulaire en cuivre de 0 ^m .025 d'épaisseur, était en fer, de forme tronconique, avec sa grande base du côté du feu (longueur, 0 ^m .094; diamètres des bases, 0 ^m .048 et 0 ^m .045). Il était fortement corrodé; sa tête carrée terminale avait entièrement disparu.	En cours de route, alors que le manomètre marquait, parait-il, 8 ^m .5, le bouchon se détache et est projeté dans le foyer, dont la porte s'ouvre sous l'action du jet d'eau et de vapeur. Il a été constaté que les filets de vis de ce bouchon, très détériorés, étaient empâtés dans du minium, des oxydes de fer et du tartre.	Mécanicien et chauffeur grièvement brûlés.	Disposition vicieuse et mauvais état d'un bouchon qui obturait, dans la plaque tubulaire du foyer, le trou correspondant à un tube supprimé.
1 ^{er} oct.	Bateau à vapeur à St-Nazaire (Loire-Inférieure).	Chaudière à tubes d'eau, système Oriolle, timbrée à 8 kg.	Rupture d'un tube vaporisateur.	Chauffeur assez grièvement brûlé.	Cause non précisée.
5 octob.	(Filature à Montville (Seine-Inférieure)).	Chaudière horizontale à deux bouillères inférieures de 27 mètres carrés de surface de chauffe, 7 mètres cubes de capacité environ, timbrées à 6 kg. Les appareils indicateurs du niveau de l'eau consistaient en un tube de verre et un flotteur magnétique. Le tube de verre communiquait avec le pénétrateur (fig. 30, 1 ^{er} X) par un tube en cuivre, qui se terminait dans un manomètre à 1 millimètre de diamètre.	Ouverture du bouilleur de droite, au coup de feu, sur 0 ^m .80 de longueur, avec bûillement de 0 ^m .20; démolition de la devanture du fourneau. Quantité d'eau insignifiante déversée dans la chaudière. Les deux bouillères étaient blesées. Les bouchons non démontés ne contenaient presque plus d'eau. La chaudière était pleine, mais qu'il y avait certainement beaucoup d'eau au-dessous du niveau de l'eau. Les deux autres bouillères n'avaient pas été touchées.	Néant.	Surchauffe par manque d'eau, dont l'origine doit se rattacher à un fonctionnement défectueux des appareils indicateurs.

19 oct.	Chemin de fer, ligne de Marseille à Vignes (réseau Paris-Lyon-Méditerranée).	Chaudière locomotive, dans laquelle le tube à fumée qui s'est rompu avait été mis en place en novembre 1892; c'était un tube de laiton de 2 millimètres d'épaisseur primitive, mais qui n'était pas neuf lors de sa pose dans cette chaudière; il avait été reboulé.	Rupture d'un tube à fumée qui présentait une diminution d'épaisseur importante, variable d'ailleurs d'un point à l'autre; après grattage, l'épaisseur restante s'est réduite à zéro en certains points. Le jet d'eau et de vapeur ouvrit la porte du foyer.	Mécanicien grièvement brûlé.	Usure du tube, qui ne possédait plus que 1 ¹ / ₄ , 760 par mètre dans la région avariée et dont l'épaisseur était, par places, réduite jusqu'à néant.
2 nov.	Sucrerie à Rue (Somme).	Chaudière horizontale semi-tubulaire, à deux bouilleurs, de 166 mètres carrés de surface chauffée, 16 mètres cubes de capacité; timbre, 6 kg. Les appareils indicateurs du niveau de l'eau consistaient en un tube de verre et un flotteur magnétique. Ce générateur faisait partie d'une batterie dont l'alimentation était confiée à un ouvrier spécial qui se tenait sur le massif. Le jour de l'accident, l'alimenteur ordinaire n'était pas venu à son service et avait envoyé à sa place un ouvrier qui n'avait jamais fait ce travail.	L'ouvrier inexpérimenté, préparé à l'alimentation, est resté cinq heures sans envoyer d'eau dans ce générateur, parce que, dit-il, l'aiguille du flotteur magnétique restait constamment au sommet de sa course et le tube de verre contenait toujours de l'eau. Ouverture du corps cylindrique le long de la rivure longitudinale de droite de la virole d'arrière: le métal montrait des traces de surchauffe. La chaudière est restée en place, mais les dégâts ont été importants aux maçonneries et aux conduites de vapeur. Les clapets automatiques d'arrêt de vapeur ont fonctionné.	Deux ouvriers brûlés sans gravité; assez grands dégâts matériels.	Surchauffe par manque d'eau.
10 nov.	Usine d'électricité, à Paris.	Générateur Belleville type B-7, de 80 mètres carrés de surface chauffée, timbré à 15 kg. Il paraît que l'appareil avait été lavé sept jours avant l'accident, avec déblayage de l'élément extrême de droite. La vaporisation pouvait dépasser 20 kg. par mètre carré de surface de chauffe et par heure. Le fourneau de ce générateur portait à sa partie supérieure des trappes d'expansion.	À l'élément extrême de droite, déchirure du 9 ^e tube à partir du bas (situé à peu près à mi-hauteur du faisceau), en dehors de la soudure et sur presque toute la longueur du tube, jusque dans la partie filée à l'intérieur de la boîte de raccordement d'avant (fig. 42 à 45); ballement 62 millimètres. Le métal était bleté localement, et le tube contenait, vers son extrémité antérieure, un dépôt adhérent, constitué par des plaquettes de tartre agglutinées et occupant les deux tiers de la section dudit tube (fig. 40 et 41). Les	Néant.	Surchauffe locale, attribuable à un défaut de circulation, en raison de la présence d'un amoncellement de dépôt à l'extrémité de l'un des tubes de l'élément: les conditions de la circulation pouvaient, d'ailleurs, être rendues délicates par l'activité de la vaporisation. La manière dont le tube, sous l'influence de la surchauffe, s'est ouvert sur la presque totalité de sa longueur semble indiquer que

DATE de l'accident	NATURE et situation de l'établissement où l'appareil était placé	NATURE — forme et destination de l'appareil — Détails divers	CIRCONSTANCES de l'accident	CONSEQUENCES de l'accident	CAUSE PRÉSUMÉE de l'accident
13 nov.	Sucrerie à Saint-Beauzire (Puy-de-Dôme).	Rattée de quatre générateurs, du type horizontal semi-tubulaire à deux bouilleurs inférieurs. Les huit bouilleurs étaient reliés, à l'arrière, par un collecteur de vidange commun, en cuivre, entièrement rectiligne, sans aucune disposition propre à ménager le jeu des dilatations (fig. 46 et 47). Or ce collecteur était sujet à des variations de température très étendues, car, placé dans un couloir d'arrière où la température de l'air a été trouvée égale à 62°, il servait non seulement comme conduite de vidange, mais aussi, à certains moments, comme conduite d'emballage des générateurs hors feu, et dans ce cas il recevait l'eau d'un réservoir où la température était 7°. Le couloir d'arrière, dont la largeur était seulement 1 m. 40, n'avait d'issue qu'à une extrémité, opposée à celle par laquelle on pouvait faire arriver l'eau froide du réservoir dans ce collecteur en cuivre.	trappes d'expansion ont fonctionné, et les fermetures de la boîte à tubes et des portes du foyer ont bien résisté. La chaudière la plus voisine du point d'arrivée de l'eau froide dans le collecteur d'arrière présentant quelques fuites, on avait mis cette chaudière hors feu; après qu'elle fut viduée, voulant s'assurer de la position des fuites, on la remplit d'eau, ce qui fut fait en partie en envoyant de l'eau froide par le collecteur d'arrière; enfin l'on se mit en devoir de la vider d'abord au moyen de ce même collecteur. A ce moment, rupture d'un des deux robinets de vidange appartenant à la chaudière de l'extrémité opposée, au ras du collecteur de la bride par lequel ce robinet, qui reliait le bouilleur au collecteur en cuivre, était greffé sur le bouilleur. Cette chaudière était en service, et l'eau à haute température jaillit par l'ouverture; l'ouvrier qui se trouvait au fond du couloir dut, pour s'enfuir, traverser le jet brûlant. La cassure du collecteur de bride était saluée, et il a été constaté que les attaches du collecteur, correspondant à plusieurs tubulures similaires de celle qui s'est rompue, avaient subi des déformations notables et de sous-dimension, suite à la rupture de la chaudière.	Un ouvrier brûlé mortellement.	la constitution de cette pièce présentait une anomalie. Efforts anormaux dus aux dilatations et contractions éprouvées par le collecteur en cuivre, dans l'installation duquel aucune précaution n'avait été prise pour ménager, comme la nécessité s'en imposait, le jeu des dilatations.

9 déc.	Chemin de fer, près de Montluçon (réseau d'Orléans)	Chaudière locomotive, dans laquelle le tube à fumée qui s'est rompu était un tube en laiton de 0 ^m 048 de diamètre intérieur et 2 ^m 75 d'épaisseur primitive, raboté en cuivre rouge.	cornière d'avant; on malle. Le 28 novembre, fuite sur au moins (0 ^m 40 de long, au même endroit qu'en janvier; la chaudière est mise hors feu et vidangée. Le lendemain un chauffonnier, après simple inspection extérieure, exécute un malage, puis on emplit la chaudière, et il malle de nouveau pour aveugler des soudures. On allume alors le feu; peu de temps après que le manomètre eut été vu à 4 kg., explosion du corps cylindrique, dont la virole d'avant s'ouvre le long de la virole qui avait fui, par une rupture de la tôle supérieure et intérieure, le long de la rangée supérieure de rivets (fig. 49 à 54). La section de rupture montrait, sur plus de (0 ^m 65 de longueur, une cassure ancienne plus ou moins profonde. La tôle portait les empreintes de malages répétés.	Chaudfleur brûlé (trente-deux jours d'incapacité de travail).	sur l'assouplissage, et tout en la ligne de rivets la plus voisine du bord de la tôle extérieure. Elle était en partie ancienne; elle s'est développée dans une tôle de qualité médiocre, sous l'action de malages répétés effectués à l'extérieur sur la tôle adjacente. Il n'y avait pas, sans danger grave, compatibilité entre la nature de cette tôle et les malages qui ont été appliqués contre elle.
23 déc.	Hauts-fourneaux, à Maraval (Haute-Marne).	Chaudière de Naeyer de 82 mètres carrés de surface de chauffe, timbrée à 6 kg., construite en 1889. Tubes vaporisateurs de 0 ^m 11 de diamètre.	Le tube s'est aplati à 0 ^m 45 de l'extrémité côté foyer. Le jet de fluides qui a atteint le chauffeur s'est fait jour autour de la porte du gueulard (foyer Ten-Brinck). Ouverture d'un tube de la rangée inférieure, sur (0 ^m 33 de longueur, en forme de boutonnière. L'avarie s'est produite au moment où la chaudière venait d'être mise en pression.	Néant.	L'écrasement du tube paraît avoir été le résultat de son usure. Cause non déterminée.

RÉSUMÉ.

RÉPARTITION DES ACCIDENTS.

DÉSIGNATION	NOMBRE	TOTAUX	BLESSÉS (*)
I. — Par nature d'établissements :			
Mines, carrières et annexes	1	"	"
Fabrique de plâtre.....	1	1	"
Hauts-fourneaux et aciérie..	2	"	"
Usines métallurgiques....	1	"	"
Electro-métallurgie du cuivre	1	"	"
Sucreries.....	4	1	2
Industries alimentaires....	1	"	1
Brasserie.....	1	1	2
Industries chimiques	1	"	"
Fabrique de soude.....	1	"	"
Fabrique de glaces.....	1	"	"
Filature et tissage.....	2	"	"
Tissus et vêtements.....	1	"	"
Teinturerie.....	1	"	1
Fabrique de baleines de corne..	1	"	1
Papeteries et cartonneries..	4	4	1
Papeteries, fabriques d'objets divers.....	1	4	"
l'électricité.....	1	"	2
Fabrique de bobines.....	1	"	"
Fabrique de jouets.....	1	"	"
Entreprises d'éclairage électrique.....	9	1	1
Locomotives à vapeur.....	3	"	4
Chemins de fer et tramways	2	"	2
Automobiles à aéro-vapeur..	1	"	1
Usine génératrice (traction par locomotives sans foyer)	1	"	1
Bateaux à vapeur pour transports divers	3	1	8
Bateau de pêche à vapeur..	1	2	"
Grue flottante.....	1	1	"
TOTAUX.....	44	16	25
II. — Par espèces d'appareils.			
1° Chaudières chauffées en tout ou en partie à l'extérieur :			
Horizontales non tubulaires, à foyer extérieur.....	4	"	3
Horizontales semi-tubulaires, à foyer extérieur.....	4	1	2
lares.....	1	4	"
à foyer intérieur (**)	2	"	"
Verticales non tubulaires, à foyer extérieur (***).....	2	"	"
A petits éléments (tubes d'eau).....	15	4	3
2° Chaudières non chauffées à l'extérieur :			
Horizontales tubulaires... à flamme directe.....	4	"	4
à retour de flamme.....	3	3	7
Verticales.....	4	2	1
3° Surchauffeur.....	1	1	2
4° Réceptifs.....	6	1	3
TOTAUX.....	44	16	25

(*) Ayant eu plus de vingt jours d'incapacité de travail. Pour les blessures moins graves, voir le bulletin détaillé, qui mentionne tous les blessés signalés par l'enquête administrative.

(**) Chaudière à foyer intérieur, retour de flamme tubulaire, et chauffage extérieur par troisième parcours des gaz.

(***) Petites chaudières d'environ 0^m.40 de diamètre et 0^m.30 de hauteur.

III. — D'après les causes présumées résultant de l'étude des dossiers administratifs.

1° Conditions défectueuses d'établissement :

Corps cylindrique non circulaire et inaccessible à une visite complète.....	1	
Fonds emboutis de mauvaise forme, à courbure périphérique trop brusque....	2	
Tube à fumée en laiton de grand diamètre et de faible épaisseur.....	1	
chaudière de cuivre chauffée au-dessus du niveau de l'eau, dépourvue d'appareils de sûreté et non éprouvée.....	1	
Cylindre de cuivre trop mince.....	1	
Orifice de chargement insuffisamment armaturé par un cadre en fonte.....	1	
Tuyau collecteur de vidange et d'emplissage à dilatactions non ménagées....	1	18
Constitution defectueuse d'un assemblage par vis conique.....	1	
Boulons à ancre d'une disposition peu sûre ou mal fabriqués.....	3	
Pièces de fonte... { de mauvaise forme ou prêtant aux dilatactions inégales.	3	
{ présentant un défaut d'épaisseur.....	1	
Tôle de qualité insuffisante pour les actions qu'elle a subies.....	1	
Tube vaporisateur mal fabriqué.....	1	

2° Conditions defectueuses d'entretien :

	extérieure au contact de maçonnerie humide	1	}
Corrosions..	du côté du feu dans des foyers intérieurs.....	3	
	et fatigue d'un corps de chaudière mal disposé et mal entretenu.....	1	
Fissuration le long d'une rivure, développée sous l'action de malages répétés.....		1	}
Usure et altération de tubes à fumée en laiton.....		3	
Usure et réparation défectueuse d'un cylindre de cuivre.....		1	
Fatigue d'un boulon à ancre		1	
Tamponnages défectueux de trous de plaques tubulaires.....		2	
Malfaçon d'un joint de trous d'homme.....		1	

3° Mauvais emploi des appareils :

Surchauffe	} par manque d'eau.....	5	} 15
		} par défaut de nettoyage ou par surmenage .....		7
Excès de pression.....		1	
Serrages de joints intempestifs.....		2	

4° Causes non précises..... 5

Total..... **52**

NOTA. — On trouve 52 causes pour 44 accidents, parce que, dans 8 cas, l'accident a été porté comme dû à la coexistence de 2 causes, savoir: 1° corps cylindrique non circulaire et inaccessible à une visite complète, et défaut d'entretien (2 janvier); 2° boulon à ancre d'une disposition peu sûre et peut-être mal fabriqué, et fatigue de cette pièce (5 février); 3° mauvaise forme d'un tampon en fonte fermant un trou d'homme, et serrage intempestif du joint (7 avril); 4° boulon à ancre d'une disposition peu sûre, et serrage intempestif (12 avril); 5° pièce de fonte prêtant aux dilatations inégales, et excès de pression (14 mars); 6° cylindre de cuivre trop mince, usure et réparation defectueuse de ce cylindre (18 juin); 7° tube à fumée en laiton de grand diamètre et de faible épaisseur, et usure et altération de ce tube à fumée (20 août); 8° tôle de qualité insuffisante pour les actions qu'elle a subies, et malgac répétés qui ont développé dans cette tôle une fissuration le long d'une rivure (29 novembre).

BULLETIN.

ACTES DE COURAGE ET DE DÉVOUEMENT.

ACCIDENTS SURVENUS DANS LES MINES ET CARRIÈRES.

Extrait des rapports du Ministre de l'Intérieur, approuvés par le Président de la République en 1897 ().*

NOMS, prénoms et qualités	LIEUX et dates	ANALYSE des faits	RÉCOMPENSES décernées		
			MÉDAILLES		MENTIONS honorables
			en or	en argent	
28 avril 1897. TARN.					
BAUGUIL, maître mineur à Carmaux. MARTY, porion à Carmaux. VEDEL (Louis), mineur à Carmaux.	Mines de houille de Carmaux. (5 janvier 1897.)	Sauvetage d'un mineur en danger d'être écrasé sous un éboulement.			Mention honorable Id. Id.
26 mai 1897. PAS-DE-CALAIS.					
DENIS (Ildephonse), chef porion. DUCOLLET (Jules), ouvrier mineur à la Compagnie des mines de Liévin.	Mines de houille de Liévin. (14 novembre 1896.)	Ont fait preuve du plus courageux dévouement en portant secours à un mineur enseveli sous un éboulement. MM. Denis et Ducollet s'étaient déjà signalés dans d'autres circonstances.		2° 2°	

(*) Cet état fait suite à celui qui a été inséré dans le 2^e volume de 1896 (p. 670).

NOMS, prénoms et qualités	LIEUX et dates	ANALYSE des faits	RÉCOMPENSES décernées	
			MÉDAILLES	MENTIONS honorables
			en or en argent	
26 juin 1897. SAONE-ET-LOIRE.				
AMBODU (Jean), ouvrier mineur à Montceau-les-Mines.	Mines de houille de Blanzy. (6 avril 1897.)	Ont fait preuve du plus courageux dévouement en portant secours aux victimes de l'explosion de grisou du puits Sainte-Eugénie.	2°	Mention honorable Id.
BILLARD (Jacques), ouvrier mineur au même lieu.			2°	
BOVOST (Pierre), ouvrier mineur au même lieu.				
CAROUX (Benott), ouvrier mineur au même lieu.				
22 septembre 1897. LOIRE.				
GAUCHER (Joannès), boiseur aux mines de la Béraudière.	Mines de houille de la Béraudière. (11 mai 1897.)	Ont exposé leur vie pour secourir un homme enseveli sous un éboulement. M. Gaucher s'était précédemment distingué en accomplissant deux sauvetages.	2°	Mention honorable Id. Id.
YLLON (Joseph), boiseur aux mines de la Béraudière.				
YLLON (François), boiseur aux mines de la Béraudière.				
YLLON (Louis), boiseur aux mines de la Béraudière.				
PAS-DE-CALAIS.				
BUZET (Joseph), demeurant à Hénin-Liétard.	Mines de houille de Dourges. (3 avril 1897.)	Ont sauvé un de leurs camarades tombé au fond d'un puits.	2°	Mention honorable
ACOURT (François), demeurant au même lieu.				
27 octobre 1897. PAS-DE-CALAIS.				
BOUXX (Pierre), ouvrier phosphatier, demeurant à Hardinghen.	Carrière souterraine sise à Fiennes. (25 août 1897.)	A fait preuve du plus courageux dévouement en descendant dans un puits profond pour porter secours à deux hommes qui y gisaient asphyxiés.	2°	

STATISTIQUE DE L'INDUSTRIE MINÉRALE DE LA BELGIQUE EN 1896.

I. — Charbonnages.

1° *Exploitation.* — La production houillère de la Belgique a été, en 1896, de 21.252.370 tonnes, d'une valeur totale de 202.010.100 francs. Ces résultats, comparés à ceux de 1895 (*), accusent une augmentation de 794.766 tonnes et 8.652.400 francs.

La valeur moyenne de la tonne a été de 9 fr. 51, 6 centimes de plus que l'année précédente.

L'extraction s'est répartie comme suit entre les districts houillers :

	Tonnes.	Francs.
Hainaut	15.491.320	146.119.300
Namur	519.830	4.161.100
Liège.....	5.241.220	51.729.700
Totaux	21.252.370	202.010.100

L'effectif du personnel ouvrier s'est élevé à 119.246 travailleurs, soit 289 de plus qu'en 1895; en voici la répartition :

		OUVRIERS	
		à l'intérieur	à la surface
Hommes et garçons	au-dessus de 16 ans	80.911	21.376
	de 14 à 16 ans.....	4.229	1.524
	de 12 à 14 ans.....	1.552	1.044
Femmes et filles	au-dessus de 21 ans	597	1.520
	de 16 à 21 ans.....	291	3.768
	de 14 à 16 ans.....	»	2.434
Totaux.....		87.580	31.666
		119.246	

(*) Voir, pour la Statistique de 1895, *Annales des Mines*, 2^e vol. de 1896, p. 672.

Depuis l'année 1891, qui a précédé celle de la mise en vigueur dans les mines de la loi du 13 décembre 1889 sur le travail, le nombre des femmes et des filles occupées à l'intérieur des travaux a diminué de plus des trois quarts. La catégorie des jeunes filles au-dessous de 16 ans a même entièrement disparu en 1894.

Quant aux enfants au-dessous de 16 ans employés souterrainement, leur nombre s'est réduit du tiers.

La production par ouvrier du fond a été de 243 tonnes, soit 9 tonnes de plus qu'en 1895.

La production par ouvrier du fond et de la surface réunis a été de 178 tonnes, 6 de plus que l'année précédente.

Le montant des salaires s'est élevé, en 1896, à la somme de 116.899.700 francs, ce qui établit le salaire annuel moyen de l'ouvrier, sans distinction de travail ni de sexe, à 980 francs, 32 de plus qu'en 1895. En réalité, si l'on déduit les retenues pour les institutions de prévoyance, certaines consommations et les amendes, ce salaire se réduit à 964 francs, et le salaire journalier moyen, à raison de 299 jours de travail, à 3 fr. 22. Par rapport à l'année précédente, le salaire annuel net s'est accru de 3,3 p. 100, et le salaire journalier de 1,6 p. 100.

Le salaire journalier net de 3 fr. 22 se décompose comme suit :

Ouvriers de la surface.....	2f,46
Ouvriers du fond.....	3f,49

— Si l'on distingue les exploitations qui ont présenté des excédents de recettes ou de dépenses, on trouve qu'il y a eu :

81 charbonnages en gain, avec un bénéfice de..	13.344.300 francs
39 — en perte, avec un déficit de...	2.447.300 —
Soit une différence en faveur des recettes de...	10.897.000 francs

2° *Mouvement commercial des combustibles.* — Le mouvement commercial des combustibles en Belgique, durant l'année 1896, se résume dans les chiffres suivants :

		Tonnes
Production.....		21.252.370
Importation ..	Houille.....	1.693.376
	Briquettes.....	1.561
	Coke.....	260.273
Exportation ...	Houille.....	4.649.799
	Briquettes.....	459.974
	Coke.....	863.067
Consommation.....		17.063.353

Le coke a été exprimé en houille, dans le total de l'importation, de l'exportation et de la consommation, à raison d'un rendement en coke de 73,5 p. 100 de houille.

Quant aux briquettes, il a été compté 96 kilogrammes de houille pour 100 kilogrammes d'agglomérés.

II. — Mines métalliques et minières.

La production des mines métalliques et des minières de la Belgique, en 1896, a été la suivante :

	Tonnes.	Francs.
Minerais de fer.....	307.031	valant 1.417.820
Minerais de plomb.....	70	8.050
Minerais de zinc.....	11.630	601.250
Pyrite.....	2.560	26.850
Minerais de manganèse.....	23.265	345.020
Représentant une valeur totale de.....		2.398.990

Cette valeur est supérieure de 6.370 francs à celle de l'année précédente.

L'effectif du personnel ouvrier a été de 2.017 individus, ne comprenant ni femmes, ni filles, ni garçons au-dessous de 16 ans.

Des 8 mines concédées en activité (non compris les minières), 2 ont réalisé un bénéfice global de 206.000 francs, et 6 ont perdu ensemble 33.800 francs. Le bénéfice général s'est donc élevé à 172.200 francs.

III. — Carrières.

Le tableau ci-dessous indique, pour l'année 1896, les quantités et les valeurs des produits extraits des carrières belges :

	QUANTITÉS.	VALEURS.
Pierres de taille.....	152.420 m. cubes.	13.711.500 fr.
Poudingue.....	160 m. cubes.	20.000
Chaux, moellons et pierrailles..	2.646.305 m. cubes.	10.717.500
Pierres à paver.....	102.295.950 pièces.	8.968.600
Dalles et carreaux.....	131.400 m. carrés.	458.600
Marbre.....	16.315 m. cubes.	2.723.400
Ardoises.....	35.980.000 pièces.	1.322.500
	1.150 m. cubes.	25.000
Pierres à faux et à rasoir.....	45.850 pièces.	34.100
<i>A reporter.....</i>		<i>37.981.200 fr.</i>

	<i>Report</i>	37.981.200 fr.
Castine.....	164.900 m. cubes.	376.800
Dolomie.....	21.500 m. cubes.	36.000
Terre à porcelaine.....	130.960 m. cubes.	1.067.800
Terre plastique.....	83.020 tonnes.	422.500
Marne et craie.....	191.100 m. cubes.	332.000
Sable.....	418.720 m. cubes.	814.800
Silex pour faïencerie.....	23.450 m. cubes.	95.800
Silex, gravier et pierrailles pour empierrement.....	244.050 m. cubes.	615.700
Terres ocreuses et autres pour couleurs.....	700 m. cubes.	14.000
Sulfate de baryte.....	25.000 tonnes.	175.000
Feldspath.....	2.000 m. cubes.	16.000
Phosphate de chaux.....	18.360 m. cubes.	192.400
Craie phosphatée.....	279.110 m. cubes.	2.494.200

Représentant une valeur totale de..... 44.634.200 fr.

Il y a accroissement de la valeur produite dans toutes les provinces et pour la plupart des substances.

On doit signaler toutefois l'état de souffrance de l'industrie des phosphates.

Il y a eu 1.560 carrières en exploitation, comprenant dans leur ensemble 1.208 sièges à ciel ouvert et 624 sièges souterrains, et occupant 32.601 ouvriers.

La province d'Anvers et les deux Flandres ne sont pas comprises dans le tableau ci-dessus. Elles ne fournissent d'ailleurs que des argiles *tertiaires* servant à la fabrication des briques, carreaux et tuiles, ainsi que des sables de même formation, employés, entre autres usages, à la fabrication du verre.

IV. — Métallurgie.

Les usines métallurgiques sont réparties en cinq groupes :

1° Hauts-fourneaux.

Nombre d'usines (actives)	17
Nombre de hauts-fourneaux (actifs).....	34
Nombre d'ouvriers.....	3.305
Production en fonte.....	959.414 tonnes.
Valeur de la production.....	51.580.900 francs.
Prix moyen de la tonne.....	53 ⁷ / ₇₆

2° Usines à fer.

Nombre d'usines (actives).....	49
Nombre de fours à puddler (actifs)....	357
— à réchauffer (id.)	151
— autres (id.)	212
Nombre d'ouvriers.....	14.821
Production en fers finis.....	494.032 tonnes.
Valeur de la production.....	64.004.640 francs.
Prix moyen de la tonne	129 ^f ,55

3° Aciéries.

Nombre d'usines (actives).....	12
Nombre de fours Martin (actifs).....	9
Nombre de convertisseurs (actifs)....	16
Nombre de fours à réchauffer (actifs)...	47
Nombre d'ouvriers.....	5.382
Production en acier (produits finis).....	519.311 tonnes.
Valeur de la production.....	63.129.200 francs.
Prix moyen de la tonne.....	121 ^f ,56

4° Usines à zinc.

Nombre d'usines (actives).....	12
Nombre de fours (actifs).....	380
Nombre d'ouvriers.....	4.970
Production en zinc brut.....	113.361 tonnes.
Valeur de la production.....	45.912.200 francs.
Prix moyen de la tonne.....	405 francs.

5° Usines à plomb et à argent.

Nombre d'usines (actives).....	3
Nombre de fours à manche (actifs)....	18
— à réverbère (id.)	1
— de coupelle (id.)	4
Nombre d'ouvriers.....	727
Production.....	{ Plomb brut..... 17.222 tonnes.
	{ Argent..... 28.509 kilog.
Valeur de la pro-duction.....	{ Plomb brut..... 5.149.900 francs.
	{ Argent..... 3.189.500 francs.
Prix moyen.....	{ de la tonne de plomb..... 299 ^f ,03
	{ brut..... du kilogramme d'argent..... 111 ^f ,87

V. — Accidents.

Les accidents survenus dans le courant de l'année 1896 se répartissent comme suit :

	CHARBON- NAGES	MINES métal- liques et minières	CARRIÈRES souter- raines	USINES métallur- giques	TOTAL
Nombre d'accidents.	288	0	5	36	329
Morts.....	136	0	4	19	159
Blessés grièvement.	164	0	1	17	182

Le nombre des ouvriers occupés dans les charbonnages ayant été (fond et surface réunis) de 119.246, la proportion des ouvriers tués, afférente à l'industrie houillère, a été de 1,14 par 1.000 travailleurs. Elle avait été de 1,44 l'année précédente.

La classification par *causes* des accidents survenus dans les houillères est donnée dans le tableau suivant :

		NOMBRE des				
		Accidents	Tués	Blessés		
I. — Intérieur des travaux.						
Accidents survenus dans les puits et dans les descenderies conduisant aux travaux souterrains.	{	A l'occasion du transport des ouvriers	{	Par câbles, cages, etc..... 8 5 3		
		{	Par échelles..... " " "			
			Par fabrikunst..... " " "			
			Par éboulements, chutes de pierres et corps durs..... 1 " 1			
Dans d'autres circonstances..... 7 3 4						
Accidents survenus dans les puits intérieurs et les cheminées d'exploitation	{	Par l'emploi	{	des câbles..... 1 1 "		
			{	des échelles..... " " "		
				Dans d'autres circonstances..... 3 2 1		
Éboulements (y compris chutes de pierres et blocs de houille, etc.) dans les chantiers et les voies..... 116 63 57						
Accidents causés par le grisou.	{	Dégrèvement normal.	{	Inflam- mations dues aux coups de mines..... 1 " 1		
				{	aux appareils d'éclairage / Ouverture de lampes..... " " "	
					{	d'éclairage / Défauts, bris, etc. à des causes diverses ou inconnues... " " "
						Asphyxies..... 2 3 "
				{	Irruptions subites suivies	{	d'inflammation d'asphyxies, de projections de charbon ou de pierres, etc..... 3 8 "
Asphyxies par d'autres gaz que le grisou..... 1 1 "						
Coups d'eau..... " " "						
Emploi des explosifs.....	{		Tirage des mines..... 8 2 8			
			Autres causes..... " " "			
Transport et circulation des ouvriers.....	{		Sur voies de niveau ou peu inclinées.. 32 14 18			
			{	Sur voies inclinées / hommes et chevaux..... 4 1 3		
				où le transport s'effectue par / treuils ou poulies... 40 11 29		
		{	traction mécanique..... " " "			
Causes diverses..... 28 7 21						
Total			255	121	146	
II. — Surface.						
Chutes dans les puits..... 1 1 "						
Manœuvres de véhicules..... 13 5 8						
Machines et appareils mécaniques..... 6 2 4						
Causes diverses..... 13 7 6						
Total			33	15	18	
Total général.....			288	136	164	

(Extrait de la *Statistique des mines, minières, carrières, usines métallurgiques et appareils à vapeur du Royaume de Belgique*, pour l'année 1896, par M. E. HARZÉ.)

BIBLIOGRAPHIE.

DEUXIÈME SEMESTRE DE 1897 (*).

OUVRAGES FRANÇAIS.

1° *Mathématiques et Mécanique pures.*

BOUSSINESQ (J.). — Théorie de l'écoulement tourbillonnant et tumultueux des liquides dans les lits rectilignes à grande section. Second mémoire : Étude des régimes graduellement variés. In-4°, 76 p. Paris, Gauthier-Villars et fils. 3 fr. (12574)

BURALI-FORTI (C.). — Introduction à la géométrie différentielle, suivant la méthode de H. Grassmann. In-8°, xi-166 p. Paris, Gauthier-Villars et fils. (10574)

CALINON (A.). — Étude sur les diverses grandeurs en mathématiques. In-8°, 31 p. avec fig. Paris, Berger-Levrault et C^{ie}; Gauthier-Villars et fils. 2 fr. (123025)

CAUCHY (A.). — Œuvres complètes d'Augustin Cauchy, publiées sous la direction scientifique de l'Académie des Sciences et sous les auspices de M. le ministre de l'instruction publique. 2^e série, t. III. In-4°, 476 p. Paris, Gauthier-Villars et fils. 25 fr. (7718)

— — 1^{re} série, t. X. In-4°, 492 p. Paris, Gauthier-Villars et fils. 25 fr. (12365)

DESAINT (L.). — Sur quelques points de la théorie des fonctions (thèse). In-4°, 79 p. Paris, Gauthier-Villars et fils. (12594)

(*) Les numéros qui figurent à la suite de chaque ouvrage sont ceux sous lesquels ces ouvrages sont respectivement inscrits dans la Bibliographie française et dans les Bibliographies étrangères.

			NOMBRE des			
			Accidents	Tués	Blessés	
I. — Intérieur des travaux.						
Accidents survenus dans les puits et dans les descenderies conduisant aux travaux souterrains.	{	A l'occasion du transport des ouvriers	Par câbles, cages, etc.	8	5	3
		Par éboulements, chutes de pierres et corps durs.	Par échelles	"	"	"
			Par fabrikuust.	"	"	"
			Dans d'autres circonstances.	1	"	1
			7	3	4	
Accidents survenus dans les puits intérieurs et les cheminées d'exploitation.	{	Par l'emploi	des câbles.	1	1	"
		Dans d'autres circonstances.	3	2	1	
Éboulements (y compris chutes de pierres et blocs de houille, etc.) dans les chantiers et les voies.			116	63	57	
Accidents causés par le grisou.	{	Dégagement normal.	Inflam- mations dues	1	"	1
			aux coups de mines.	"	"	"
		Asphyxies.	aux appareils d'éclairage	"	"	"
			à des causes diverses ou inconnues.	2	3	"
			Irruptions subites suivies	d'inflammation d'asphyxies, de projections de charbon ou de pierres, etc.	3	8
Asphyxies par d'autres gaz que le grisou.			1	1	"	
Coups d'eau.			"	"	"	
Emploi des explosifs.	{	Tirage des mines.	8	2	8	
		Autres causes.	"	"	"	
Transport et circulation des ouvriers.	{	Sur voies de niveau ou peu inclinées.	hommes et chevaux.	32	14	18
			treuils ou poulies.	4	1	3
		où le transport s'effectue par	traction mécanique.	40	11	29
			"	"	"	"
Causes diverses.			28	7	21	
Total.			255	121	146	
II. — Surface.						
Chutes dans les puits.			1	1	"	
Manœuvres de véhicules.			13	5	8	
Machines et appareils mécaniques.			6	2	4	
Causes diverses.			13	7	6	
Total.			33	15	18	
Total géo ^s						

(Extrait de la *Statistique*
usines métallurgiques
de Belgique, [po]

BIBLIOGRAPHIE.

DEUXIÈME SEMESTRE DE 1897 (*).

OUVRAGES FRANÇAIS.

1^{re} Mathématiques et Mécanique pures.

BOUSSINESQ (J.). — Théorie de l'écoulement tourbillonnant et tumultueux des liquides dans les lits rectilignes à grande section. Second mémoire : Étude des régimes graduellement variés. In-4°, 76 p. Paris, Gauthier-Villars et fils. 3 fr. (42574)

BURALI-FORTI (C.). — Introduction à la géométrie différentielle, suivant la méthode de H. Grassmann. In-8°, xi-166 p. Paris, Gauthier-Villars et fils. (40574)

CALINON (A.). — Étude sur les diverses grandeurs en mathématiques. In-8°, 34 p. avec fig. Paris, Berger-Levrault et C^{ie}; Gauthier-Villars et fils. 2 fr. (13023)

CAUCHY (A.). — Œuvres complètes d'Augustin Cauchy, publiées sous la direction scientifique de l'Académie des Sciences et sous les auspices de M. le ministre de l'instruction publique. 2^e série, t. III. In-4°, 476 p. Paris, Gauthier-Villars et fils. 25 fr. (7718)

— — — 1^{re} série, t. X. In-4°, 40 p. Paris, Gauthier-Villars et fils. 25 fr. (12363)

— — — Sur quelques propriétés des fonctions. In-4°, 79 p. Paris, Gauthier-Villars et fils. (12594)

- DUPORT (H.). — Mémoire sur les lois fondamentales de la mécanique. In-8°, 26 p. Dijon, imp. Darantière (Extr. de la *Revue bourguignonne de l'enseignement supérieur*). (9284)
- FÉRAUD (A.). — Sur la valeur approchée des coefficients d'ordre élevé dans les développements en séries (thèse). In-4°, 205, p. avec fig. Paris, Gauthier-Villars et fils. (8236)
- GALOIS (E.). — Œuvres mathématiques d'Évariste Galois, publiées sous les auspices de la Société mathématique de France. Avec une introduction par M. Émile Picard, membre de l'Institut. In-8°, x-64 p. Paris, Gauthier-Villars et fils. 3 fr. (8033)
- JAMET (V.). — Sur la division des polynômes entiers. In-4°, 41 p. Marseille, impr. Barlatier. (11112)
- LAGUERRE. — Œuvres de Laguerre, publiées sous les auspices de l'Académie des Sciences par MM. Ch. Hermite, H. Poincaré et E. Rouché, de l'Institut. T. I : Algèbre ; Calcul intégral. In-8°, xv-472 p. Paris, Gauthier-Villars et fils. 15 fr. (12464)
- LEAU (L.). — Étude sur les équations fonctionnelles à une ou à plusieurs variables (thèse). In-4°, 118 p. Paris, Gauthier-Villars et fils. (8279)
- LEBGEUF (A.). — Sur une nouvelle démonstration des polynômes Hansen-Tisserand. Applications. 2° Tables pour le calcul des perturbations de Jupiter sur les petites planètes (thèse). In-4°, 91 p. Paris, Gauthier-Villars et fils. (8280)
- MEYER (W.-F.). — Sur les progrès de la théorie des invariants projectifs ; par W.-Fr. Meyer, professeur à l'École royale des mines de Clausthal (Hanovre). Traduit et annoté par H. Fehr, privat-docent à l'Université de Genève, avec une préface de Maurice d'Ocagne, professeur à l'École des ponts et chaussées. In-8°, x-126 p. Paris, Gauthier-Villars et fils. 4 fr. (7628)
- PETERSEN (J.). — Théorie des équations algébriques ; par Julius Petersen, professeur à l'Université de Copenhague, membre de l'Académie royale des Sciences. Traduction par H. Laurent, examinateur d'admission à l'École polytechnique de Paris. In-8°, xv-350 p. Paris, Gauthier-Villars et fils. 10 fr. (7644)
- PICARD (E.) et G. SIMART. — Théorie des fonctions algébriques de deux variables indépendantes. T. I. In-8°, vi-247 p. avec fig. Paris, Gauthier-Villars et fils. (10694)
- REBIÈRE (A.). — Mathématiques et Mathématiciens. Pensées et Curiosités, recueillies par A. Rebière. 3° édition, améliorée. In-8°, 570 p. Paris, Nony et C^{ie}. (10706)
- RICHARD (J.). — Leçons sur les méthodes de la géométrie moderne. Paris. In-8°, 240 p. 6 fr.

- SUCHAR (P.-I.). — Sur le problème général de l'inversion et sur une classe de fonctions qui se ramènent à des fonctions à multiplicateurs (thèse). In-4°, 51 p. Evreux, impr. Hérissey. (8874)
- THYBAUT (A.). — Sur la déformation du paraboloidé et sur quelques problèmes qui s'y rattachent (thèse). In-4°, 59 p. avec fig. Paris, Gauthier-Villars et fils. (8329)

2° Physique et Chimie.

- ANDRADE (I.). — Leçons de mécanique physique. Paris. In-8°, 10 fr.
- ARMAGNAT (H.). — Instruments et méthodes de mesures électriques industrielles. Paris. In-8°, 588 p. 2 fr.
- ARNO (R.). — Phasemètre des tangentes. In-4° à 2 col., 3 p. avec fig. Paris, G. Carré et C. Naud (Extr. de *l'Éclairage électrique*). (12760)
- BECH (M.). — Étude expérimentale sur l'électromagnétisme, renversant toutes les idées actuellement admises sur cette science. In-8°, 62 p. avec fig. Paris, P. Rivot. 5 fr. (13250)
- Théorie moléculaire du récepteur Bell. In-8°, 40 p. avec fig. Paris, Chéron. 5 fr. (13251)
- BÉHAL (A.). — Traité de chimie organique, d'après les théories modernes. Précédé d'une préface de M. Ch. Friedel, de l'Institut. T. II. In-8°, 1.060 p. Paris, Doin (Complet en 2 volumes, 32 fr.). (7332)
- BERTHELOT. — Thermochimie. Données et Lois numériques, 2 vol. In-8°. T. I, Les lois numériques, xvii-738 p.; t. II, Les données expérimentales, 888 p. Paris, Gauthier-Villars et fils. 50 fr. (7944)
- BLONDEL (A.). — Sur le phénomène de l'arc électrique. In-8°, 8 p. avec fig. Tours, impr. Deslis frères (Extr. du *Journal de Physique*). (13513)
- BOULGAKOFF (N.). — La Distribution électrique sur la surface d'un anneau. In-4° à 2 col., 19 p. avec fig. Paris, G. Carré et C. Naud (Extr. de *l'Éclairage électrique*). (12773)
- BOUTY (E.). — Les Flammes chantantes et les Flammes sensibles. In-8°, 44 p. Paris, l'auteur. (10779)
- BRETON (J.-L.). — Rayons cathodiques et Rayons X. In-4°, 119 p. avec 150 fig. Frémont. Paris, Revue scientifique et industrielle de l'année; Bernard et C^{ie}. 4 fr. (7343)
- BROCA (A.). — Galvanomètre absolument astatique et à grande
- Tome XII, 1897. 45

- sensibilité. In-8°, 8 p. Tours, impr. Deslis frères (Extr. du *Journal de Physique*). (9173)
- BRUNHES (B.). — Absorption du son et Conductibilité calorifique. In-8°, 8 p. Tours, imp. Deslis frères (Extr. du même recueil). (10344)
- BRYLINSKI (E.). — Sur la résistance des conducteurs en courant variable. In-4° à 2 col., 31 p. Paris, G. Carré et C. Naud (Extr. de *l'Éclairage électrique*). (10044)
- Sur les unités magnétiques. In-4° à 2 col., 15 p. avec fig. Paris, G. Carré et C. Naud (Extr. du même recueil). (12777)
- CAMICHEL (C.). — Ampèremètre thermique à mercure. In-4° à 2 col., 8 p. avec fig. Paris, Carré et Naud (Extr. du même recueil). (11282)
- CHANCEL (F.). — Contribution à l'étude des propylamines normales et de leurs dérivés. In-4°, 100 p. et planches. Marseille, impr. Barthelet et C^o (Extr. des *Annales de la Faculté des sciences de Marseille*). (7155)
- CRÉCHET (C.). — L'énergie électrique. Paris. In-8°, VIII-334 p. 6 fr.
- DECHARME (C.). — Sur l'équivalence dans les sciences physiques. In-8°, 81 p. et planches. Angers, impr. Germain et Grassin (Extr. du *Bull. de la Soc. d'études scientifiques d'Angers*). (9249)
- Deuxième supplément au Dictionnaire de chimie pure et appliquée d'Ad. Wurtz, publié sous la direction de Ch. Friedel, professeur à la Faculté des sciences de Paris, avec la collaboration de MM. P. Adam, A. Béhal, G. de Bechi, A. Bigot, L. Bourgeois, L. Bouveault, E. Burcker, C. Chabrié, P.-T. Cleve, Ch. Cloëz, A. Combes, C. Combes, A. Etard, Ad. Fauconnier, H. Gall, A. Gautier, H. Gautier, E. Grimaux, G. Griner, etc. T. IV. Fascicule 32. In-8° à 2 col., p. 81 à 160. Paris, Hachette et C^{ie}. 2 fr. (10075)
- DUFAU (L.-E.-R.). — Sur quelques oxydes doubles cristallisés obtenus à haute température (thèse). In-4°, 36 p. Paris, Gauthier-Villars et fils. (8230)
- DUHEM (P.). — Traité élémentaire de mécanique chimique fondée sur la thermodynamique. T. II. Vaporisation et Modifications analogues; Continuité entre l'état liquide et l'état gazeux; Dissociation des gaz parfaits. In-8°, 378 p. Paris, Hermann. (11065)
- DUPOUR (J.-R.). — Étude des propriétés oxydantes de certains faits et Remarques sur l'emploi de la résine de gaiac comme réactif des agents d'oxydation (thèse). In-8°, 74 p. Bordeaux, impr. Gounouilhoul. (10617)
- DUSSAUD (F.). — Combinaison des corps solides par le choc et la

- pression par MM. *F. Dussaud* et *Georges-F. Jaubert*, conférence faite à la Sorbonne, le 26 avril 1897. In-4°, 11 p. avec fig. Paris, Carré et Naud (Extr. des *Actualités chimiques*). (11325)
- Encyclopédie chimique, publiée sous la direction de M. *Fremy*, de l'Institut. T. IV. Analyse chimique. Méthodes analytiques appliquées aux substances agricoles, par M. A. *Müntz*, professeur chargé de la direction des laboratoires à l'Institut agronomique. In-8°, 599 p. avec fig. Paris, V° Dunod. 25 fr. (6482)
- T. IX : Chimie organique. 2° section : Chimie physiologique. 2° fascicule : Chimie des liquides et des tissus de l'organisme (troisième partie, II); par le docteur *Lambling*, professeur à la Faculté de médecine de Lille. In-8°, p. 407 à 552. Paris, Vicq-Dunod et C^{ie}. 7^f, 50. (8232)
- ETARD (A.). — Les nouvelles Théories chimiques. In-16, 196 p. avec fig. Paris, Masson et C^{ie}; Gauthier-Villars et fils. 2^f, 50. (9864)
- FLEMING (J.-A.). — Le Laboratoire d'électricité. Notes et Formules, par le docteur *J.-A. Fleming*, de l'University College de Londres. Traduit de l'anglais sur la 2° édition et augmenté d'un appendice, par *J.-L. Routin*, ancien élève de l'Ecole polytechnique. In-8°, vi-152 p. avec fig. et planches. Paris, Gauthier-Villars et fils. (11337)
- GILBAULT (H.). — Recherches sur la compressibilité des dissolutions (thèse). In-4°, 71 p. avec fig. Paris, Gauthier-Villars et fils. (8249)
- GUINCHANT (J.). — Étude sur la fonction acide dans les dérivés méthéniques et méthiniques (thèse). In-8°, 190 p. Caen, Deslèsques. (6857)
- HOULLEVIGUE (L.). — Sur le résidu électrique des condensateurs. In-8°, 45 p. avec fig. Paris, Masson et C^{ie} (Extr. des *Annales de l'Université de Lyon*). (8048)
- Étude expérimentale du fer électrolytique. In-8°, 8 p. avec fig. Tours, impr. Deslis frères (Extr. du *Journal de Physique*). (9332)
- JAGNAUX (R.). — Analyse chimique des substances commerciales, minérales et organiques. 2° édition, revue, corrigée et considérablement augmentée. In-8°, ii-1.094 p. Paris, Baudry et C^{ie}. (8725)
- LESPIEAU (R.). — Recherches sur les épидibromhydrines et les composés propargyliques (thèse). In-8°, 63 p. Paris, Gauthier-Villars et fils. (8287)

- MACÉ DE LÉPINAY (J.). — Sur une nouvelle détermination de la masse du décimètre cube d'eau distillée privée d'air à son maximum de densité. In-8°, 16 p. Tours, impr. Deslis frères (Extr. du *Journal de Physique*). (7233)
- Sur une nouvelle détermination du kilogramme. In-8°, 11 p. avec fig. Marseille, impr. Barlatier (Extr. du *Bull. de la Soc. scient. industrielle de Marseille*). (11857)
- MALAGOLI (R.). — Sur le décalage de phase produit par un polarisateur introduit dans un circuit à courant alternatif. In-8° à 2 col., 15 p. avec grav. Paris, G. Carré et C. Naud (Extr. de *l'Éclairage électrique*). (9921)
- Sur le changement des unités fondamentales dans les systèmes absolus de mesure. In-4° à 2 col., 4 p. Paris, G. Carré et C. Naud (Extr. du même recueil). (10152)
- MARQFOY (G.). — La loi des équivalents. Réponse à M. Grimaux, de l'Institut. In-8°, 15 p. Paris, G. Carré et C. Naud (Extr. des *Actualités chimiques*). (12874)
- MAUMENÉ (E.-J.). — Chimie vraie. Application rigoureuse des deux lois générales de l'action chimique. In-8°, xii-205 p. Paris, Vicq-Dunod et C^{ie}. (9025)
- MENDEZ (E.). — De la forme elliptique des courbes isobares dans les remous atmosphériques ; Cause de cette forme. Un élément pour la prévision du temps. In-8°, 19 p. Pau, V^e Ribaut (Extr. du *Bull. de la Soc. des sciences, lettres et arts de Pau*). (13683)
- MONNET (E.). — Sur l'étude calorimétrique complète d'un sel (thèse). In-8°, 103 p. Bordeaux, impr. Gounouilhou. (6950)
- MOSNIER (A.). — Sur quelques combinaisons de l'iodure de plomb avec d'autres iodures métalliques et organiques (thèse). In-4°, 59 pages. Paris, Gauthier-Villars et fils. (8296)
- NICLOUX. — Dosage de petites quantités d'alcool méthylique, d'aldéhyde formique, d'acide formique et de glucose. In-8°, 4 p. Paris, Impr. nationale (Extr. du *Bull. du Muséum d'hist. nat.*). (10897)
- Notice sur le titrage chlorométrique du chlorozone. In-8°, 21 p. Lille, établissement Kuhlmann. (11636)
- OTTO (M.). — Recherches sur l'ozone (thèse). In-4°, 149 p. Paris, Gauthier-Villars et fils. (8300)
- PELLAT (H.). — Électrostatique non fondée sur les lois de Coulomb. Forces agissant sur un diélectrique non électrisé. In-8°, 32 p. avec fig. Tours, impr. Deslis frères (Extr. du *Journal de Physique*). (7260)
- PERDRIX (L.). — Contribution à l'étude de l'oxydation des com-

- posés organiques, par le permanganate de potasse. In-4°, 40 p. Marseille, impr. Barthelet et C^{ie} (Extr. des *Annales de la Faculté des sciences de Marseille*). (6991)
- PERRIN (J.). — Rayons cathodiques et Rayons de Röntgen (thèse). In-8°, vi-64 p. avec fig. Paris, Gauthier-Villars et fils. (8303)
- QUESNEVILLE (G.). — De la double réfraction elliptique et de la tétraréfringence du quartz dans le voisinage de l'axe. II : Théorie nouvelle ; Recherches expérimentales. In-8°, p. 127 à 238 avec fig. Paris, bureaux du *Moniteur scientifique*. (8555)
- RIGOLLOT (H.). — Recherches expérimentales sur quelques actinomètres électrochimiques. In-8°, 138 p. Paris, Masson et C^{ie} (Extr. des *Annales de l'Université de Lyon*). (8565)
- RIVALS (P.). — Recherches thermochimiques sur quelques composés chlorés des séries acétique, benzoïque et salicylique (thèse). In-8°, 78 p. Paris, Gauthier-Villars et fils. (8309)
- SCHENTJES (H.). — Cours de physique expérimentale de l'Université de Gand. Paris. In-8°, 224 p. 6 fr.
- SENTIS (H.). — Tension superficielle de l'eau et des solutions salines (thèse). In-4°, 85 p. et tableau. Grenoble, impr. Allier père et fils. (6363)
- TERPAIN (A.). — Sur les expériences de Hertz. In-8°, 12 p. et pl. La Rochelle, impr. Texier (Société des sciences physiques et naturelles de Bordeaux). (12959)
- VASCHY (A.). — Étude des propriétés expérimentales des diverses énergies. Lignes électriques artificielles. In-8°, 51 p. Paris, G. Carré et C. Naud (Extr. de *l'Éclairage électrique*). (13215)

3^e *Minéralogie. — Géologie. — Paléontologie.*

- ARNAUD (P.). — Essai historique sur la constitution géologique de la Crau et de la Camargue. In-8°, 22 p. Digne, impr. Chaspoul et V^e Barbaroux (Extr. du *Bull. de la Soc. scient. et litt. des Basses-Alpes*). (10295)
- BOULAY (N.). — Les Origines de l'espèce humaine. In-8°, 38 p. Arras et Paris, Sueur-Charruey (Extr. de la *Revue de Lille*). (6135)
- BRIVES (A.). — Les Terrains tertiaires du bassin du Chélif et du Dahra (thèse). In-4°, 137 p. avec cartes et planches. Alger, impr. Fontana (*Matér. pour la carte géol. de l'Algérie*). (10783).
- Matériaux pour la carte géologique de l'Algérie. 1^{re} série : Paléontologie. Monographies. N° 3 : Fossiles miocènes (pre-

- mière partie). In-4°, 38 p. et 5 pl. Alger, impr. Fontana et C^{ie}. (11753)
- Carte géologique détaillée de la France, à l'échelle de 1/80.000. Cholet. 6 fr. Avec notice explicative. Paris, impr. Lemercier et C^{ie}. (1067)
- Lille. 3 fr. — Saint-Brieuc. 6 fr. — Le Buis. 6 fr. — Rouen. 6 fr. — Tulle. 6 fr. — Strasbourg. 3 fr. Avec notices explicatives. Paris, impr. Erhard frères. (1068)
- Feuille 104 : Saint-Nazaire. 6 fr. Avec notice explicative. Paris, impr. Erhard frères. (1344)
- Feuille 231 : Castres. 6 fr. Avec notice explicative. Paris, impr. Lemercier et C^{ie}. (1374)
- Carte géologique de la France à l'échelle de 1/320.000. Feuille 9 : Mézières. 6 fr. — Feuille 33 : Corse. 3 fr. Paris, impr. du Dépôt de la Guerre. (1092)
- CHANEL (L.). — Dictionnaire de géologie (étymologie, paléontologie, minéralogie), à l'usage des élèves des lycées et collèges, des écoles normales primaires, des écoles primaires supérieures, des écoles professionnelles, etc. In-8°, 267 p. Bourg, Montbarbon. (10797)
- CHAUVET (G.). — Stations humaines quaternaires de la Charente. N° 1 : Bibliographie et Statistique ; Fouilles au Ménieux et à la Quina. In-8°, 143 p. Angoulême, Coquemard (Extr. du *Bull. de la Soc. archéol. et histor. de la Charente*). (8642)
- Documents à consulter pour la détermination des minéraux. In-8°, 27 pages. Besançon, impr. Jacquin. (9271)
- GENTIL (L.). — Sur le gisement de nadorite d'Algérie. In-8°, 2 p. Paris, Impr. nat. (Extr. du *Bull. du Muséum d'hist. nat.*). (10843)
- HAMY (E.-T.). — L'âge de pierre au Gabon. In-8°, 3 p. avec fig. Paris, Impr. nationale (Extr. du même recueil). (8260)
- HÉRIBAUD (J.). — Recherches sur les Diatomées des calcaires tertiaires de l'Auvergne et sur l'origine de ces terrains. In-8°, 12 p. Moulins, impr. Auclair (Extr. de la *Revue scient. du Bourbonnais et du Centre de la France*). (6231)
- KILIAN (W.) et J. RÉVIL. — Étude orographique sur les Alpes de la Basse-Maurienne et quelques massifs adjacents. In-8°, 138 p. et 1 carte au 200.000°. Grenoble, impr. Allier frères. (13655)
- LAPPARENT (A. DE). — Notions générales sur l'écorce terrestre. In-16, 156 p. avec 33 fig. Paris, Masson et C^{ie}. (12841)
- MEUNIER (E.). — Étude géologique, historique et commerciale sur la houille du bassin franco-belge. In-8°, 77 p. Lille, impr. Liégeois-Six. (9429)

- MEUNIER (S.).** — Nos terrains. 24 pl. en couleurs hors texte, aquarelles d'après nature, par P. Gusman et Jacquemin. 260 figures noires dessinées par Jacquemin. 260 figures noires dessinées par René-Victor Meunier et Bidault. Livraisons 3 à 13. In-8°, p. xvii à xx et 1 à 84. Paris, Colin et C^{ie}. 0^f,80 la livraison. L'ouvrage sera complet en 25 livraisons.
(6561-12642)
- Revision des pierres météoriques de la collection du Muséum d'histoire naturelle de Paris. In-8°, 122 p. avec fig. Autun, impr. Dejussieu (Extr. du *Bull. de la Soc. d'hist. nat. d'Autun*).
(7835)
- Progrès récents de la méthode géologique expérimentale. Gr. in-8°, 27 p. avec fig. Paris, l'auteur (Extr. de la *Revue générale internat. scient., litt. et artistique*).
(9030)
- MORGAN (J. DE).** — Recherches sur les origines de l'Égypte. L'Age de pierre et les Métaux. In-8°, 282 p. avec fig. et 11 pl. Paris, Leroux.
(13697)
- MORIO (E.).** — Histoire géologique de l'eau. In-8°, 27 p. Vannes, impr. Gallès.
(10478)
- NICOLAS (H.).** — Étude sur les terrains tertiaires des environs d'Avignon. Le Miocène. In-8°, 98 p. Avignon, F. Seguin. (12887)
- PELLAT (E.).** — Observations sur le terrain miocène des environs d'Avignon, à l'occasion d'un mémoire récent du tome XVI des *Publications de l'Académie de Vaucluse*. Lettre de M. Ed. Pellat, membre et ancien président de la Société géologique de France, à M. le Président de l'Académie de Vaucluse. In-8°, 8 p. avec fig. Avignon, Seguin.
(13717)
- POMEL (A.).** — Carte géologique de l'Algérie. Paléontologie. Monographies. Les Carnassiers. In-4°, 42 p. et 15 pl. Alger, impr. Fontana et C^{ie}.
(6331)
- Paléontologie. Monographies. Les Suiliens ; Porciens. In-4°, 39 p. et 10 pl. Alger, impr. Fontana et C^{ie}.
(6332)
- Paléontologie. Monographies. Singe et Homme. In-4°, 34 p. et 8 pl. Alger, impr. Fontana et C^{ie}.
(14663)
- RENULT (B.).** — Houille et Bactériacées. In-8°, 30 p. et planche. Autun, impr. Dejussieu (Extr. du *Bull. de la Soc. d'hist. nat. d'Autun*).
(7868)
- RISLER (E.).** — Géologie agricole. Première partie du cours d'agriculture comparée fait à l'Institut national agronomique, par E. Risler, directeur. T. IV et dernier. In-8°, 419 p. et pl. Paris, Berger-Levrault et C^{ie} ; Librairie agricole.
(8566)
- ROMAN (F.).** — Recherches stratigraphiques et paléontologiques

dans le Bas Languedoc. In-8°, 370 p. avec fig. et 9 pl. Paris, Masson et C^{ie} (Extr. des *Annales de l'Université de Lyon*).

(12104)

SUËSS (E.). — La Face de la Terre (das Antlitz der Erde); par Ed. Suess, professeur de géologie à l'Université de Vienne (Autriche), correspondant de l'Institut de France. Traduit, avec l'autorisation de l'auteur, et annoté sous la direction d'Emmanuel de Margerie, avec une préface par Marcel Bertrand, de l'Académie des Sciences. T. I, avec 2 cartes en coul. et 122 fig., dont 76 exécutées spécialement pour l'édition française. 1^{er} fascicule. In-8°, xv-208 p. Paris, Colin et C^{ie}. 5 fr. (Un fascicule par mois. Le t. I sera complet en 4 fascicules.) T. I complet, xv-835 p. avec 2 cartes en couleur et 122 fig.

(12300)

TORCAPEL et ZACHAREWICZ. — Notice explicative de la carte agromonomique de la commune de Morières. In-8°, 20 p. Avignon, Seguin.

(7067)

VENTRE (C.-C.). — Poème géologique. Le Terrain urgonien. In-8°, 7 p. Marseille, impr. Creissard.

(12145)

ZUMOFFEN (G.). — L'Age de la pierre en Phénicie. In-8°, 24 p. avec grav. Paris, Masson et C^{ie} (Extr. de l'*Anthropologie*).

(13799)

4^e Mécanique appliquée et Machines.

BOBET (R.). — Note sur le calcul et l'emploi des courroies en caoutchouc. In-16, 31 p. Paris, Tignol.

(9572)

COUPIER (L.). — Note sur les clapets automatiques d'arrêts à vapeur. Valve-clapet, système Groignard. In-8°, 8 p. avec fig. Marseille, impr. Barlatier (Extr. du *Bull. de la Soc. scient. industrielle de Marseille*).

(14548)

FARMAN (M.). — Manuel du conducteur-chauffeur d'automobiles. In-16, 188 p. avec fig. Paris, Tignol.

(8235)

GODARD. — Les nouveaux générateurs Belleville. Gr. in-8°, 11 p. et 5 pl. Paris, Chaix (Extr. du *Bull. de l'Assoc. technique maritime*).

(14086)

GUYENET et DE MOCOMBLE. — Exposition universelle de 1900. Plate-forme électrique à deux vitesses pour le transport des voyageurs à l'intérieur de l'Exposition, système Blot, Guyenet et de Mocomble. Exposé technique. In-4°, 55 p. Paris, impr. Mangeot.

(7195)

- HIRSCH (J.) et A. DEBIZE.** — Leçons sur les machines à vapeur. T. I. 2^e fascicule. In-8°, p. 497 à 1088, avec fig. et atlas in-f° (pl. 8 à 17). Paris, V^e Dunod. (6235)
- MONTCHOISY (DE).** — Compléments au cours pratique et théorique des machines à vapeur, professé à l'École supérieure de maistrance de la marine. Appareils à vapeur nouveaux; Machines à détente fractionnée; Générateurs à haute pression. In-8°, 11-220 p. Paris, Challamel. (6571)
- Note sur un moteur rotatif à vapeur de 23 chevaux à triple expansion et à changement de marche, système Filtz.** In-8°, 12 p. avec fig. Paris, Baudry et C^{ie}. (10184)
- POILLON (E.).** — Grille à lames de persiennes, système Ed. Poillon, applicable à tous les foyers de chaudières et de fours pour brûler tous les combustibles, et particulièrement les poussières et menus. In-8°, 12 p. et pl. Amiens, impr. Jeunet. (12916)
- RATEAU.** — Appareils servant à mesurer l'humidité d'une vapeur. In-8°, 23 p. avec fig. Paris, Vicq-Dunod et C^{ie} (Extr. des *Annales des Mines*). (8358)
- SCHMIDT (E.).** — Note sur un procédé de vidange à froid des générateurs supprimant les incrustations. In-8°, 24 p. avec fig. Amiens, impr. T. Jeunet (Extr. du *Bull. de la Soc. industrielle d'Amiens*). (12693)
- SOREAU (R.).** — Le problème général de la navigation aérienne. In-8°, 76 p. avec fig. Paris, 19, rue Blanche (Extr. des *Mém. de la Soc. des ingénieurs civils de France*). (10726)
- VERMAND (P.).** — Les Moteurs à gaz et à pétrole. 2^e édition. In-16, 180 p. avec fig. Paris, Gauthier-Villars et fils; Masson et C^{ie}. 2^f, 50. (12964)
- WALCKENAER (C.).** — Accidents causés par des ruptures de tubes à fumée de 1888 à 1896. In-8°, 28 p. Paris, Vicq-Dunod et C^{ie} (Extr. des *Annales des Mines*). (9776)
- Remarques et Expériences à l'occasion d'un manque d'eau dans un générateur de vapeur. In-8°, 20 p. Paris, Vicq-Dunod et C^{ie} (Extr. du même recueil). (12969)

5^o *Applications industrielles de la physique et de la chimie. — Métallurgie.*

- BECKER (H.).** — Manuel d'électrochimie et d'électrométallurgie. Applications électrochimiques et électrothermiques. In-18 Jésus, 521 p. avec 140 fig. et 2 pl. Paris, Fritsch. (13253)

- CADIAT (E.). — Manuel pratique de l'électricien. Guide pour le montage et l'entretien des installations électriques. 3^e édition. In-18 jésus, vi-542 p. avec fig. Paris, Baudry et C^{ie}. (10575)
- CAMPREDON (L.). — Essais des minerais par la voie sèche. In-16, 135 p. Paris, impr. Fayolle. (11526)
- Guide pratique du chimiste métallurgiste et de l'essayeur. Description des procédés suivis pour l'échantillonnage et l'analyse chimique des combustibles, des gaz, des matériaux réfractaires, des eaux industrielles, des minerais, métaux, etc. In-8°, iv-888 p. avec fig. Paris, Baudry et C^{ie}. (13561)
- CHOMIENNE (C.). — Fabrication de l'acier et Procédés de forgeage de diverses pièces. In-8°, 232 p. avec fig. et 33 pl. Paris, Bernard et C^{ie}. 10 fr. (Extr. du *Bulletin technol. de la Soc. des anciens élèves des Écoles nat. d'arts et métiers*). (11032)
- COSTA (J.). — Traction électrique des tramways par accumulateurs avec récupération. In-8°, 11 p. avec fig. Marseille, impr. Barthelet (Extr. du *Bull. de la Soc. scient. de Marseille*). (10387)
- CRÉCHET (C.). — L'Energie électrique. Notions élémentaires d'électricité industrielle. Phénomènes et Principes généraux; Production de l'électricité. In-8°, viii-334 p. avec 226 grav. Paris, Tignol. 6 fr. (8951)
- DEFRANCE (C.). — Extraction du cuivre, de l'argent et de l'or par la voie humide. Gr. in-16, ii-218 p. Paris, Baudry et C^{ie}. (9608)
- DEPREZ (M.). — Traité d'électricité industrielle, théorique et pratique. 2^e fascicule : Électro-Cinétique; Électro-Magnétisme; Électro-Dynamique; Induction électro-magnétique. In-8°, p. 369 à 806, avec fig. Paris, 17, rue des Bernardins. 12 fr. (12799)
- Désargentation électrolytique des plombs argentifères, par le procédé du Dr D. Tommasi. In-8°, 6 p. Marseille, impr. Barthelet et C^{ie} (Extr. du *Bull. de la Soc. scient. de Marseille*). (10073)
- DUMONT. — L'Acétylène et son application à l'éclairage, conférence faite à Annecy. In-8°, 20 p. Annecy, impr. Dépollier et C^{ie}. (6801)
- DUMONT (G.). — Électromoteurs; leurs applications. In-16, 184 p. avec fig. Paris, Gauthier-Villars et fils; Masson et C^{ie}. 2^f, 50. (6191)
- FLEURENT (E.). — Manuel d'analyse chimique appliquée à l'examen des produits industriels et commerciaux. In-8°, iii-582 p. avec fig. Paris, G. Carré et C. Naud. (12417)
- FOURNIER (J.). — Récipients de sûreté et régulateurs de pression pour les gaz liquéfiés ou comprimés applicables à l'éclairage

- par l'acétylène liquide, comprimé ou dissous. In-8°, 24 p. avec fig. Paris, impr. Noblet. (10095)
- GASTINE (G.). — L'Acétylène et ses applications à l'éclairage, conférence faite à la Société scientifique industrielle de Marseille. In-8°, 73 p. Marseille, impr. Barthelet et C^{ie}. (9645)
- HANAPPE (S.). — Installations à courants triphasés. In-4° à 2 col., 20 p. avec fig. Paris, G. Carré et C. Naud (Extr. de *l'Éclairage électrique*). (8433)
- JORDAN (S.). — Rapport fait à la Société d'encouragement pour l'industrie nationale, sur l'ensemble des travaux de M. A. Lencauchez sur les chauffages au gaz, et notamment sur leurs applications métallurgiques. In-8°, 8 p. Paris, impr. Fayolle. (Extr. du *Bull. de la Soc. d'encouragement pour l'industrie nationale*). (8730)
- LEFÈVRE (J.). — Carbure de calcium et Acétylène. In-18 Jésus, VIII-424 p. avec 105 fig. Paris, J.-B. Baillière et fils. (10872)
- LIAGRE (C.). — L'Accumulateur électrique. Lecture faite à la Société industrielle d'Amiens. In-8°, 11 p. avec fig. Amiens, impr. Jeunet. (7817)
- MINET (A.). — Électro-Métallurgie. Voie humide et Voie sèche. Phénomènes électrothermiques. In-16, 196 p. avec fig. Paris, Gauthier-Villars et fils; Masson et C^{ie}. (8092)
- Les Fours électriques et leurs applications. In-16, 179 p. Paris, Gauthier-Villars et fils; Masson et C^{ie}. 2^e, 50. (11414)
- MOISSAN (H.). — Le Four électrique. In-8°, vi-387 p. Paris, Steinheil. 15 fr. (6563)
- PERRODIL (C. DE). — Le Carbure de calcium (Historique; Fours électriques; Fabrication industrielle; Propriétés et Applications). In-8°, 84 p. avec fig. Marseille, impr. Barthelet et C^{ie}. (10201)
- PIERROT (A.). — L'industrie métallurgique dans le nord de la Meuse. In-8°, 16 p. Montmédy, impr. Pierrot. (10915)
- SCHLESING fils (T.). — Principes de chimie agricole. 2^e édition. In-16, 200 p. Paris, Masson et C^{ie}; Gauthier-Villars et fils. 2^e, 50. (8860)
- SEYEWETZ (A.) et P. SISLEY. — Chimie des matières colorantes artificielles. In-4°, VIII-821 p. Paris, Masson et C^{ie}. (11690)
- TOMMASI (D.). — Note sur l'accumulateur Tommasi et sur son application à la traction des véhicules et à l'éclairage des voies de chemins de fer. In-8°, 8 p. avec fig. Marseille, imp. Barlatier (Extr. du *Bull. de la Soc. scient. industrielle de Marseille*). (11457)

- Transport (le) électrique des forces motrices. In-16, 160 p. avec fig. Paris, Bernard et C^{ie}. 1^r, 50. (10259)
- VILLON (A.-M.) et P. GUICHARD. — Dictionnaire de chimie industrielle, contenant les applications de la chimie à l'industrie, à la métallurgie, à l'agriculture, à la pharmacie, à la pyrotechnie et aux arts et métiers. T. II (non paginé, feuilles 20 à 37). In-4° à 2 col. Paris, Tignol. (8902)

6° *Exploitation des mines. — Gîtes minéraux.*

- BATZ (R. DE). — Les Gisements aurifères de Sibérie. Notes sur leur condition actuelle et leur avenir. In-8°, xix-176 p. avec 12 fotogr., 7 planches hors texte et 1 carte minière de la Sibérie. Paris, impr. Chamerot et Renouard. (12996)
- BÉNARD (C.). — Le Vénézuéla. Études physiques, politiques, commerciales, minières et agricoles. Avec une préface de *Gabriel Desbats*, docteur en droit, conseiller de préfecture de la Gironde. In-8°, xviii-106 p. Bordeaux, impr. Gounouilhou. (13254)
- BERNARD (M.). — Étude sur le gisement de la Caunette et sur le traitement de ses minerais. In-8°, 44 p., 2 pl. Paris, Vicq-Dunod et C^{ie} (Extr. des *Annales des Mines*). (11261)
- BORDEAUX (A.). — Études sur les champs aurifères de Lydenburg, de Kaap et du Charterland (Afrique du Sud). In-8°, 79 p. Paris, Vicq-Dunod et C^{ie} (Extr. du même recueil). (8177)
- BURTHE (P.-L.). — Note sur les travaux de recherches exécutés à Meymac. In-8°, 31 p. Paris, Vicq-Dunod et C^{ie} (Extr. du même recueil). (13022)
- CASTELNAU (F.). — Traitement des minerais. Préparation mécanique. In-8°, 84 p. avec fig. Paris, Bécus. (8944)
- CHATEAU (L.). — Les Gisements de phosphate de chaux dans les provinces de Constantine et d'Alger. In-8°, 120 p. et 2 pl. en coul. Paris, 49, rue Blanche (Extr. des *Mém. de la Soc. des ingénieurs civils de France*). (10582)
- JORDAN (C.). — Les Mines de houille de Nanaïmo, île de Vancouver (Colombie britannique). Extrait d'un rapport de *M. Camille Jordan*, consul de France à Vancouver. In-8°, 7 p. Paris, Vicq-Dunod et C^{ie} (Extr. des *Annales des Mines*). (9001)
- LAUNAY (L. DE). — Les Diamants du Cap (Historique ; Organisation financière et commerciale ; Géologie ; Mode d'exploitation et de traitement ; Comparaison avec les gisements du Brésil, de

- l'Inde, de Bornéo et d'Australie).** In-8°, vii-227 p. avec fig. Paris, Baudry. (10664)
- LAURANS (A.).** — Mémoire sur les procédés de captage des eaux minérales. In-8°, 19 p. avec fig. Clermont-Ferrand, impr. Mont-Louis (Congrès international d'hydrologie, 1896). (12023)
- LEVAT (E.-D.).** — L'Or en Sibérie orientale. 2^e édition. T. I : Transbaïkalie. Gr. in-8°, xv-203 p. avec pl. et cartes en noir et en coul. T. II : Province amourienne. Gr. in-8°, 479 p. avec pl. en noir et en coul. Paris, Rouveyre. Les 2 vol. 40 fr. (11852-11853)
- NADAILLAC (DE).** — Les Mines d'or du Yucon. In-8°, 16 p. Paris, impr. de Soye et fils (Extr. du *Correspondant*). (11420)
- ROUX (L.).** — Les Explosifs de sûreté et la Veltérine. In-4°, 46 p. avec fig. Paris, Boinet et C^{ie}. (13439)
- 7^o Construction. — Chemins de fer.
- DELEBECQUE (G.).** — Manuel de statistique des chemins de fer français. Annuaire-Chaix. Exercice 1895. In-16, iv-40 p. Paris, Chaix. (6464)
- DUFOUR (A.).** — Tracé d'un chemin de fer. In-16, 212 p. avec fig. Paris, Gauthier-Villars et fils; Masson et C^{ie}. 2f,50. (12601)
- DUPLAIX (M.).** — Résistance des matériaux. Poutres droites à une travée et Appuis simples. Théorie des convois périodiques et Applications. In-8°, 51 p. et planches. Paris, 19, rue Blanche. (Extr. des *Mém. de la Soc. des Ingénieurs civils de France*). (13067)
- DUQUESNAY.** — Résistance des matériaux. 2^e édition. In-16, 176 p. Paris, Gauthier-Villars et fils; Masson et C^{ie}. 2f,50. (11323)
- GODFERNAUX (R.).** — La Traction mécanique des tramways (Étude des différents systèmes; Comparaison et Prix de revient). In-8°, ii-376 p. Paris, Baudry et C^{ie}. (13087)
- LEFORT (L.).** — Consolidations des tranchées et remblais argileux. In-8°, 76 p. avec fig. Paris, Baudry et C^{ie} (Extr. des *Nouvelles Annales de la Construction*). (10132)
- LEGOUEZ (R.).** — De l'emploi du bouclier dans la construction des souterrains. In-8°, x-448 p. avec fig. Paris, Baudry et C^{ie}. (11385)
- Moyens d'éviter les accidents de chemins de fer et de tramways par l'emploi des appareils de sécurité, système Laffas. Expériences pratiques officielles, effectuées le 28 août 1897.** In-8°, 4 p. Paris, impr. Noizette et C^{ie}. (10179)
- SIROT (A.).** — Chemins de fer. Construction et Voie. In-16, viii-495 p. avec fig. Paris, Vica-Dunod et C^{ie}. (9989)

- Statistique des chemins de fer français au 31 décembre 1895.
Documents divers. Première partie : France (intérêt général).
In-4°, vi-294 p. Paris, Impr. nationale. 5 fr. (8316)
— — Deuxième partie : France ; Intérêt local ; Algérie et
Tunisie. In-4°, vi-412 p. Paris, Impr. nationale. 5 fr. (Ministère
des Travaux publics). (41697)
WALCKENAER (C.). — Note sur la traction électrique à prise de
courant aérienne. In-8°, 120 p. avec fig. et planches. Paris,
Vicq-Dunod et C^{ie} (Extr. des *Annales des Mines*). (8145)

8° Législation. — Économie politique et sociale.

- BRUSCHETTINI (A.). — L'Assurance contre les accidents du travail
en Italie. In-8°, 47 p. Saint-Amand, impr. Bussière frères
(13527)
CHEYSSON (E.). — Le Rôle social de l'ingénieur, conférence faite
devant la Société des Ingénieurs civils. In-8°, 17 p. Paris, Guil-
laumin et C^{ie} (Extr. de *la Réforme sociale*). (12372)
CUVILLIER (T.). — Législation et Contrôle des appareils à vapeur.
In-16, viii-388 p. Paris, Vicq-Dunod et C^{ie}. (8212)
DUMOLARD (H.). — Les Délégués à la sécurité des ouvriers mineurs
(thèse). In-8°, 191 p. Paris, Chevalier-Marescq et C^{ie}. (8682)
GRUNER (E.) et E. FUSTER. — Résultats statistiques sur l'assurance
contre les accidents en Allemagne et en Autriche. Notes. In-8°,
27 p. et 4 pl. Paris, 20, rue Louis-le-Grand (Extr. du *Bulletin du Comité permanent du Congrès des accidents du travail*). (8989)
GUYON (F.). — De la responsabilité des accidents du travail indus-
triel (thèse). In-8°, 134 p. Saint-Brieuc, impr. Guyon. (9321)
LE PLAY (P.) et G. VERSTRAET. — La Vie au Transvaal. Le Cafre,
ouvrier des mines d'or. In-8°, 47 p. Paris, 54, rue de Seine (Extr.
de *la Réforme sociale*). (12259)
MARTIN (E.). — De la responsabilité des chemins de fer pour cause
de retard (thèse). In-8°, 291 p. Paris, Larose. (9020)
Office du travail. Note sur le minimum de salaire dans les tra-
vaux publics en Angleterre, en Belgique, en Hollande, en
Suisse, aux États-Unis et en France (Analyse des documents
officiels recueillis sur la demande du Conseil supérieur du tra-
vail). In-4°, 131 p. Paris, Impr. nationale (Ministère du com-
merce). (7256)
ROCHETT DE LEMPEDES (V.). — De l'établissement et de l'étendue
d'application des tarifs de chemins de fer (thèse). In-8°,
276 p. Paris, A. Rousseau. (6609)

- ROUGÉ (A.). — Des caisses de retraites et de secours créées au profit des ouvriers et employés des mines par la loi du 29 juin 1894 (thèse). In-8°, 186 p. Paris, Chevalier-Marescq et C^{ie}. (9086)
- SALEILLES (R.). — Les accidents du travail et la responsabilité civile (Essai d'une théorie objective de la responsabilité délictuelle). In-8°, 95 p. Paris, A. Rousseau. (11219)

9° Objets divers.

- DEBAUVE (A.). — Distributions d'eau ; Égouts. T. II : Moteurs divers pour appareils élévatoires ; Études préliminaires d'une distribution ; Exemples de dérivations, etc. In-8°, 611 p. avec fig. Paris, Vicq-Dunod et C^{ie}. (7367)
- FONVIELLE (W. DE). — Les Ballons-Sondes de MM. Hermite et Besançon et les ascensions internationales. Précédé d'une introduction par M. Bouquet de la Grye, de l'Institut, président de la Commission scientifique d'aérostation de Paris. In-18 jésus, xi-113 p. avec fig. Paris, Gauthier-Villars et fils. (11338)
- LAHARPE (C. DE). — Notes et Formules de l'ingénieur, du constructeur-mécanicien, du métallurgiste et de l'électricien ; 11^e édition, revue, corrigée et considérablement augmentée, contenant près de 1.000 figures, suivie d'un vocabulaire technique en français, anglais, allemand, par un comité d'ingénieurs, sous la direction de L.-A. Barré et Ch. Vigreux, ingénieurs des arts et manufactures. In-16, xvi-1.312 p. Paris, Bernard et C^{ie}. (11845)
- LAUR (F.). — La France sans houillères. In-8°, 23 p. Paris, 26, rue Brunel. 1 fr. (7429)
- MIRON (F.). — Les Huiles minérales (pétrole, schiste, lignite). In-16, 199 p. avec fig. Paris, Gauthier-Villars et fils ; Masson et C^{ie}. 2^f, 50. (8514)
- NIVORT (E.). — Notice sur la vie et les travaux de M. Massieu, inspecteur général des mines. In-8°, 27 p. Paris, Vicq-Dunod et C^{ie} (Extr. des *Annales des Mines*). (8528)
- Programmes de l'enseignement intérieur de l'École nationale des ponts et chaussées, arrêtés par le Conseil de l'École et approuvés par le Ministre des travaux publics le 2 septembre 1897. In-8°, 169 p. Paris, Impr. nationale (Ministère des travaux publics). (11672)

- RAOULT (F.). — Éloge d'Émile Gueymard, doyen de la Faculté des sciences de Grenoble, ingénieur en chef directeur des mines, prononcé à la rentrée de l'Université de Grenoble (1897). In-8°, 16 p. Grenoble, Drevet. (13735)

OUVRAGES ANGLAIS.

1° *Mathématiques et Mécanique pures.*

- BAKER (H.-F.). — An Introduction to Abel's Theorem and the allied Theory, including the Theory of the Theta. Londres. In-8°, xx-684 p. 37^f,50.
- BURNSIDE (W.). — Theory of Groups of finite Orders. Londres. In-8°. 22^f,50.
- HOUGH (S.-S.). — On the application of Harmonic Analysis to the Dynamical Theory of the Tides. Part. I, On Laplace's « Oscillation of the First Species » and on the Dynamics of Ocean Currents (Extr. des *Phil. Transactions*). In-8°. Dulau. 3^f,15.
- LAMB (H.). — Elementary Treatise of infinitesimal Calculus. Londres. In-8°, 636 p. 18 fr.
- LOVE (A.-E.-H.). — Theoretical Mechanics : An Introductory Treatise on the Principles of Dynamics, with Applications and Numerous Examples. In-8°, 396 p. Cambridge University Press. 15 fr.
- ROUTH (E.-J.). — The Elementary Part of a Treatise on the Dynamics of a System of Rigid Bodies : Being Part 1 of a Treatise on the whole Subject. With numerous Examples. 6th ed., Revised and Enlarged. In-8°, 438 p. Macmillan. 17^f,50.
- WORTHINGTON (A.-M.). — Dynamics of Rotation. An Elementary Introduction to Rigid Dynamics. 2nd ed. In-8°, 172 p. Longmans. 5^f,65.

2° *Physique et Chimie.*

- ABNEY. — The Scientific Requirements of Colour Photography. In-8°. Clarendon Press. 1^f,25.
- ARMSTRONG (Lord). — Electric Movement in Air and Water. With Theoretical Inferences. In-fol. 61 p. et planches. Smith, Elder and Co. 37^f,50.

- Bibliography of X-Ray Literature and Research (1896-1897) :**
Being a Ready Reference Index to the Literature on the
Subject of Röntgen or X-Rays. Edit. by *C.-E.-S. Phillips*. With
an Historical Retrospect, and a Chapter, « Practical Hints »,
by the Author. In-8°, 104 p. Electrician Printing Co. 6^f,25.
- BIGGS (C.-H.-W.).** — First Principles of Electricity and Magne-
tism. Illust. with about 350 Diagrams, etc. In-8°. Biggs. 4^f,40.
- CURRY (C.-E.).** — Theory of Electricity and Magnetism. With a
Preface by *L. Boltzmann*. In-8°, 458 p. Macmillan. 10^f,65.
- Early History of Chlorine (The) :** Papers by Carl Wilhelm Scheele
(1774), C.-L. Berthollet (1785), Guyton de Morveau (1787),
J.-L. Gay-Lussac and L.-J. Thénard (1809). In-8°, 50 p. Simpkin.
1^f,90.
- FISHER (W.-C.).** — The Potentiometer and its Adjuncts. In-8°,
204 p. Electrician Pub. Co. 7^f,50.
- HANSSEN (C.-J.-T.).** — Reform of Chemical and Physical Calcula-
tions. In-4°, 83 p. Spons. 9^f,40.
- HELM (G.) and MORGAN (J.-L.-R.).** — Principles of mathematical
Chemistry. Londres. In-8°, 236 p. 9^f,75.
- JAMIESON (A.).** — Elementary Manual of Magnetism and Electri-
city. 4th ed., with Numerous Illustrated Experiments and
Examination Papers. In-8°, 312 p. C. Griffin. 4^f,40.
- JONES (E.-T.).** — On the Relation between Magnetic Stress and
Magnetic Deformation in Nickel. In-8°. Dulau. 1^f,25.
- MEADOWCROFT (W.-H.).** — The A B C of the X Rays. Illustrations
by H.-E. Fanshawe. In-8°, 190 p. Simpkin. 3 fr.
- MENDELEEFF (D.).** — The Principles of Chemistry. Trans. from the
Russian (6th ed.) by *G. Kamensky*. Edit. by *T.-A. Lawson*. 2 vol.
In-8°. Longmans. 45 fr.
- NOYES (A.-A.).** — A Detailed Course of Qualitative Chemical
Analysis of Inorganic. With Notes. 3rd ed. In-8°. Macmillan.
6^f,25.
- PARKER (H.-C.).** — A Systematic Treatise on Electrical Measure-
ments. In-8°, 126 p. Spons. 5^f,65.
- PERMAN (E.-P.), RAMSAY (W.) and ROSE-INNES (J.).** — An Attempt
to Determine the Adiabatic Relations of Ethyl Oxide. In-8°.
Dulau. 1^f,90.
- THOMPSON (S.-P.).** — Light, Visible and Invisible : A Series of
Lectures Delivered at the Royal Institution of Great Britain.
In-8°, 306 p. Macmillan. 7^f,50.

3° *Minéralogie. — Géologie. — Paléontologie.*

- GEIKIE (A.). — *The Founders of Geology*. Londres. In-8°, 308 p. 9 fr.
- HARKER (A.). — *Petrology for Students : An Introduction to the Study of Rocks under the Microscope*. 2nd ed., Revised. In-8°, 342 p. Cambridge University Press. 9^f,40.
- JOHNSTONE (A.). — *Mineralogical Geology. A Synopsis for the Use of Students. To Accompany W. et A.-K. Johnston's Geological Map of the British Isles*. In-8°, 202 p. avec 14 planches. W. and A.-K. Johnston. 4^f,40.
- Memoirs of the Geological Survey. England and Wales. The Geology of the Country between Norham and Tweedmouth in Northumberland. Explanation of Quarter-Sheet 110 N. W., New Series, Sheet 1. By W. Gunn. 0^f,65.
- The Geology of the Country around Bognor. Explanation of Sheet 332. 0^f,65.
- REED (F.-R.-C.). — *A Handbook to the Geology of Cambridgeshire*. In-8°, 288 p. Cambridge University Press. 9^f,40.
- RUSSELL (I.-C.). — *Volcanoes of North America. A Reading Lesson for Students of Geography and Geology*. In-8°. Macmillan. 20 fr.
- SCOTT (W.-B.). — *An Introduction to Geology*. In-8°, 602 p. Macmillan. 10 fr.

4° *Mécanique appliquée et Machines.*

- EWING (J.-A.). — *The Steam-Engine and other Heat-Engines*. 2nd ed. In-8°, 472 p. Cambridge University Press. 18^f,75.
- GOODEVE (T.-M.). — *Text-Book on the Steam Engine. With a Supplement on Gas Engines ; and Part 2 on Heat Engines*. 14th ed. In-8°, 436 p. Crosby Lockwood and Son. 7^f,50.
- HALLIDAY (G.). — *Steam Boilers*. In-8°, 400 p. E. Arnold. 9^f,40.
- HISCOX (G.-D.). — *Gas, Gasoline and Oil Vapour Engines. A New Book Descriptive of their Theory and Power, Illustrating their Design, Construction and Operation for Stationary, Marine and Vehicle Motive Power*. In-8°, 284 p. Spons. 15^f,65.
- HURST (C.). — *Valves and Valve-Gearing. A Practical Text-Book for the Use of Engineers, Draughtsmen, and Students. With numerous Illustrations and 4 Folding Plates*. In-8°, 144 p. C. Griffin. 9^f,40.

- JAMIESON (A.). — A Text-Book on Applied Mechanics. Vol. 2. With Numerous Diagrams and Examination Questions. In-8°, 402 p. C. Griffin. 9^f,40.
- A Text-Book on Steam and Steam Engines. 12th ed. With Numerous Diagrams, Folding-Plates and Examination Questions. In-8°, 482 p. C. Griffin. 10^f,65.
- LE VAN (B.). — The Practical Management of Engines and Boilers. In-8°. Paul, Trübner and Co. 7^f,50.
- PEABODY (C.-H.) and MILLER (E.-F.). — Steamboilers. Londres. In-8°, 400 p. 26 fr.
- PERRY (J.). — Applied Mechanics. Londres. In-8°, 686 p. av. 371 fig. 11^f,25.
- RANKINE (W.-J.-M.). — A Manual of the Steam Engine and other Prime Movers. With Numerous Engravings, Folding-Plates, and a Diagram of the Mechanical Properties of Steam. 14th ed., Revised by W.-J. Millar. In-8°, 672 p. C. Griffin. 15^f,65.

5° *Applications industrielles de la physique et de la chimie. —
Métallurgie.*

- ADIE (R.-H.) and WOOD (T.-B.). — Agricultural Chemistry. 2 vols. In-8°. Paul Trübner and Co. 4^f,40.
- AUSTEN (W.-C.-R.). — An Introduction to the Study of Metallurgy. 4th ed., Revised and Enlarged. In-8°, 440 p. C. Griffin. 18^f,75.
- BOTTONE (S.-R.). — The Dynamo : How Made, and How Used. 10th ed. With Numerous Illustrations, and Appendix. In-8°, 144 p. Sonnenschein. 3^f,45.
- BERINGER (C. and J.-J.). — A Text Book of Assaying. For the Use of those Connected with Mines. Revised by J.-J. Beringer. With Numerous Diagrams and Tables. 4th ed. In-8°, 420 p. C. Griffin. 13^f,15.
- BORCHERS (W.). — Electric Smelting Refining : The Extraction and Treatment of Metals by Means of the Electric Current. Being the 2nd ed. of « Elektrometallurgie ». Translated, with Additions, by W.-G. McMillan. With 3 Plates and numerous Illusts. in the Text. In-8°, 436 p. C. Griffin. 26^f,25.
- HAY (A.). — The Principles of Alternate-Current Working. Illust. In-8°, xi-276 p. Biggs. 6^f,25.
- EIJNDHOVEN (A.-J. VAN). — A Comparison between the English and French Methods of Ascertaining the Illuminating Power of Coal. In-8°, 98 p. Spons. 5 fr.

- Manual of Electrical Undertakings, 1897. Compiled under the Direction of *E. Garcke*. 19 Maps and Coloured Diagrams, Showing Comparative Results of Working of Electricity Supply Undertakings. In-8°, 598 p. P.-S. King. 9^f,40.
- RAPHAEL (F.-C.). — The Localisation of Faults in electric Light-Mains. Londres. In-8°, 336 p. 7^f,50.
- SCOTT (E.-K.). — The Local Distribution of Electric Power in Workshops, etc. Illust. In-8°, 137 p. Biggs. 2^f,50.
- URQUHART (J.-W.). — Electric Light : Its Production and Use, embodying Plain Directions for the Treatment of Dynamo-Electric Machines, Batteries, Accumulators, and Electric Lamps. With numerous Illusts. 6th ed., Revised, with an additional Chapter. In-8°, 444 p. Crosby Lockwood and Son. 9^f,40.
- Electric Light Fitting : A Handbook for Working Electrical Engineers. Embodying Practical Notes on Installation Management. With numerous Illustrations. 3rd ed., Revised, with Further Additions. In-8°, 330 p. Crosby Lockwood and Son. 6^f,25.
- WILSON (E.). — Electrical Traction. In-12, 262 p. Arnold. 6^f,25.
- WEST (T.-D.). — Metallurgy of Cast Iron. Londres. In-8°, 573 p. 18^f,75.

6° *Exploitation des mines. — Gîtes minéraux.*

- BROUGH (B.-H.). — A Treatise on Mine-Surveying. 6th ed., Revised. With Numerous Diagrams. In-8°, 338 p. C. Griffin. 9^f,40.
- DENNY (G.-A.). — The Klerksdorp Gold Fields in the South African Republic. Londres. In-8°, 268 p. avec. plans, coupes et cartes. 62^f,50.
- DONALD (T.). — Accounts of Gold Mining and Exploration Companies. With Instructions and Forms for Rendering the Same to the Head Office. In-8°, 56 p. E. Wilson. 4^f,40.
- HAYERLY (C.-E.). — Klondike and Fortune; The Experiences of a Miner who has Acquired a Fortune in the Yukon Valley. In-8°, iv-135 p. Southwood, Smith and Co. 1^f,25.
- Home Office. Mines. List of the Plans of Abandoned Mines Deposited in the Home Office under the Coal and Metalliferous Mines Regulation Acts, including Plans Transferred from the Late « Mining Record Office ». Corrected to the 31st December 1896. 0^f,93.
- Mines. Year 1896. List of Mines in the United Kingdom of Great Britain and Ireland, and the Isle of Man. 3^f,05.

- HULL (E.). — Our Coal Resources at the Close of the Nineteenth Century. In-8°, 170 p. Spons. 7^f,50.
- JAMES (F.). — The Klondyke Goldfields and How to Get There. With a Map. In-8°, 88 p. Routledge. 0^f,65.
- KIRKPATRICK (T.-S.-G.). — The Hydraulic Gold-Miner's Manual. With Illusts. 2nd ed., Revised and Enlarged. In-8°, 50 p. Spons. 5 fr.
- LAWN (J.-G.). — Mine Accounts and Mining Bookkeeping. A Manual for the Use of Students, Managers of Metalliferous Mines and Collieries, and Others Interested in Mining. With Numerous Examples from the Actual Practice of Leading Mining Companies. In-8°, 458 p. C. Griffin. 13^f,15.
- MÉRIVALE (J.-H.). — Notes and Formulæ for Mining Students. 4th ed., revised and enlarged by H. F. Bulman. In-8°, 198 p. Crosby Lockwood and Son. 3^f,15.
- MILLER (J.-A.). — The Practical Handbook for the Working Miner and Prospector and the Mining Investor. In-8°, 254 p. Spons. 9^f,40.
- Parliamentary.* — Mines. Third Annual general Report upon the Mineral Industry of the United Kingdom for 1896. Diagrams. 2^f,95.
- Mines and Quarries. Mineral Statistics of the United Kingdom for 1896. 2^f,15.
- PORRIS' Mining Register and Directory for the Coal and Ironstone Trades of Great Britain and Ireland. 8th ed. In-8°, 360 p. Simpkin. 12^f,50.
- SOLA (A.-E.). — Klondyke : Truth and Facts of the New El Dorado. In-8°, 100 p. Plates and Maps. Mining and Geological Institute. 6^f,25.

7° *Chemins de fer.*

- Parliamentary.* — Railway Accidents. Returns for Jan.-June 1897. 0^f,65.
- Railways. Continuous Brakes. Returns for July-Dec. 1896. 1^f,25.
- — Traffic, Capital, etc. Returns for 1896. 1^f,15.
- — Metropolitan Railway, Ventilation of Tunnels. Report of Board of Trade Committee, with Evidence, Appendix and Index. Plans, etc. 0^f,45.

8° *Législation. — Économie politique et sociale.*

MAC SWINNEY (R.-F.). — Law of Mines, Quarries and Minerals. London. In-8°. 60 fr.

Parliamentary. — Railways. Workmen's Trains on the Metropolitan Lines. Statements to Board of Trade as to Facilities Offered to the Working Classes. Of, 65.

9° *Objets divers.*

BALE (M.-P.). — Stone-Working Machinery, and the Rapid and Economical Conversion of Stone. With Hints on the Arrangement and Menagement of Stone-Works. With numerous Illusts. 2nd ed., Revised and Enlarged. In-8°, 190 p. Crosby Lockwood and Son. 11^f, 25.

BAXENDELL (J.). — An Account of an Investigation as to Short Period Cyclical Changes in the Magnetic Condition of the Earth, and in the Distribution of Temperature on its Surface. In-8°, 7 p. W. Wesley. 1^f, 25.

JONES (R.-H.). — Abestos and Asbestic : Their Properties, Occurrence and Use. With 10 Collotype Plates and other Illusts. In-8°, 384 p. Crosby Lockwood and Son. 20 fr.

RANKINE (W.-J.-M.). — A Manual of Civil Engineering. With numerous Diagrams. 20th ed., Thoroughly Revised. By W -J. Millar. In-8°, 834 p. C. Griffin. 20 fr.

OUVRAGES AMÉRICAINS.

DAWSON (P.). — Electric Railways and Tramways, their Construction and Operation. New-York. In-8°, 26-677 p. 78 fr.

HIXON (H.-W.). — Notes on Lead and Copper Smelting and Copper Converting. New-York, Scientific Publishing Co. In-8°, VIII-116 p., 18 pl.

RICKARD (T.-A.). — The Stamp Milling of Gold ores. New-York. Scientific Publishing Co. In-8°, XI-260 p. 12^f, 50.

OUVRAGES ALLEMANDS.

1° *Mathématiques et Mécanique pures.*

- BOLTZMANN (L.).** — Vorlesungen über die Principe der Mechanik. I. Thl., enthaltend die Principe, bei denen nicht Ausdrücke nach der Zeit integrirt werden, welche Variationen der Coordinaten oder ihrer Ableitungen nach der Zeit enthalten. Leipzig, J.-A. Barth. In-8°, x-241 p. av. 16 fig. (Paraitra en 3 parties). 7^f,50. (3967)
- BURKHARDT (H.).** — Funktionentheoretische Vorlesungen. I. Thl. A. u. d. T. : Einführung in die Theorie der analytischen Functionen einer complexen Veränderlichen. Leipzig, Veit und Co. In-8°, xii-213 p. av. fig. 7^f,50. (2074)
- DYCK (W.).** — Ueber die wechselseitigen Beziehungen zwischen der reinen und der angewandten Mathematik. München, G. Franz. In-4°, 38 p. 1^f,50. (3564)
- FRICKE (R.) und F. KLEIN.** — Vorlesungen über die Theorie der automorphen Functionen. I. Bd. : Die gruppentheoretischen Grundlagen. Leipzig, B.-G. Teubner. In-8°, xiv-634 p. av. 192 fig. 27^f,50. (3977)
- KLEIN (F.) und A. SOMMERFELD.** — Über die Theorie des Kreisels, 1. Heft. Die kinematischen und kinetischen Grundlagen der Theorie. Leipzig, B.-G. Teubner. In-8°, 196 p. 7 fr. (3183)
- KRAUSE (M.).** — Theorie der doppeltperiodischen Functionen einer veränderlichen Grösse. II. Bd. Leipzig, B.-G. Teubner. In-8°, xii-306 p. (Fin). 15 fr. (3184)
- OBENRAUCH (F.-J.).** — Geschichte der darstellenden und projectiven Geometrie mit besonderer Berücksichtigung ihrer Begründung in Frankreich und Deutschland und ihrer wissenschaftlichen Pflege in Oesterreich. Brünn, C. Winiker. In-8°, vi-442 p. av. 2 portraits. 11^f,25. (2848)

2° *Physique et Chimie.*

- BILTZ (H.).** — Die Praxis der Molekelgewichtsbestimmung. Berlin, Fischer. In-8°, viii-176 p. av. fig. 4^f,50. (4345)

- EBERT (H.). — Magnetische Kraftfelder. Die Erscheinungen des Magnetismus, Elektromagnetismus und der Induktion, dargestellt auf Grund des Kraftlinien-Begriffes. II. Tl. Leipzig, J.-A. Barth. In-8°, xviii p. et p. 225-499, av. 47 fig. dans le texte et sur 1 pl. 12^f,50. (2474)
- ERNST (C.). — Eine Theorie des elektrischen Stromes auf Grund des Energieprincipes. München, Dr. H. Lüneburg. In-8°, 64 p. av. 6 fig. 2^f,50. (3973)
- EXNER (F.) und E. HASCHKE. — Ueber die ultravioletten Funkenspectra der Elemente. VII. Mittheilung. Vienne, C. Gerold's Sohn. In-8°, 15 p. av. 6 pl. 2^f,40. (3175)
- v. FILITZEN (H.). — Ueber die Zusammensetzung und die Pentsane des Torfes, über Gährungsversuche mit Torf und über die angebliche Huminbildung aus Zucker mit Kaliumpermanganat. Göttingen, Vandenhœck und Ruprecht. In-8°, 54 p. 2 fr. (3177)
- GRAHAM (W.). — Ueber den Verlauf des Potentialgradienten in Geissler'schen Röhren. Berlin, Mayer und Müller. In-8°, 32 p. av. 7 pl. 2 fr. (4354)
- HOMÉN (T.). — Der tägliche Wärmeumsatz im Boden und die Wärmestrahlung zwischen Himmel und Erde (Extr. des *Acta societatis scientiarum fennicæ*). Leipzig, W. Engelmann. In-4°, 147 p. av. 5 fig. et 10 pl. 12^f,50. (3981)
- JANUSCHKE (H.). — Das Princip der Erhaltung der Energie und seine Anwendung in der Naturlehre. Leipzig, B.-G. Teubner. In-8°, x-455 p. av. 95 fig. 15 fr. (3181)
- v. LOMMEL (E.). — Lehrbuch der Experimentalphysik. Leipzig, J.-A. Barth. In-8°, ix-558 p. av. 430 fig. dans le texte et 1 pl. en coul. 8 fr. (4357)
- LOUGUININE (W.). — Beschreibung der Hauptmethoden, welche bei der Verbrennungswärme üblich sind. Berlin, R. Friedländer und Sohn. In-4°, 112 p. av. 4 pl. grav. et 21 fig. dans le texte. 12^f,50. (3987)
- PHILIPS (B.). — Hilfsbuch für chemische Praktikanten. Stuttgart, F. Enke. In-8°, viii-330 p. av. 263 fig. 10 fr. (3992)
- PLANCK (M.). — Vorlesungen über Thermodynamik. Leipzig, Veit und Co. In-8°, vii-248 p. av. 5 fig. 9^f,40. (2096)
- RÖNTGEN (W.-C.). — Weitere Beobachtungen über die Eigenschaften der X-Strahlen (Extr. des *Sitzungsber. d. k. Akad. d. Wissenschaften zu Berlin*). Berlin, G. Reimer. In-8°, 17 p. av. 1 fig. 1^f,25. (2503)
- Sammlung chemischer und chemisch-technischer Vorträge. Herausgegeben von F.-B. Ahrens. II. Bd. 3.-7. Heft. Über Tauto-

- merie von W. Wislicenus. Stuttgart, F. Enke. In-8°, p. 71-256.
Chaque fascicule 1^f, 25. (2853)
- WALLENTIN (G.). — Lehrbuch der Elektrizität und des Magnetismus. Mit besonderer Berücksichtigung der neueren Anschauungen über elektrische Energieverhältnisse und unter Darstellung der den Anwendungen in der Elektrotechnik zugrunde liegenden Principien. Stuttgart, F. Enke. In-8°, VIII-394 p. av. 230 fig. 10 fr. (2106)
- WEILER (W.). — Wörterbuch der Elektrizität und des Magnetismus. Leipzig, M. Schäfer. In-8°, IV p. et p. 1-40, av. fig. 0^f, 95 (Paratra en 10 fascicules). (3076)

3° *Minéralogie. — Géologie. — Paléontologie.*

- BERWERTH (F.). — Mikroskopische Structurbilder der Massengesteine in farbigen Lithographien. Nach der Natur lithographirt von A. Berger und L. Steiner. 32 lithographirte Tafeln. 2 Lfg. Stuttgart, E. Schweizerbart. In-4°, 8 pl. av. texte. 25 fr. (2469)
- COHEN (E.). — Meteoreisen-Studien. V. (Extr. des *Annalen des k. k. naturhist. Hofmuseums*). Vienne, A. Hölder. In-8°, 22 p. 1^f, 25. (4347)
- GOLDSCHMIDT (V.). — Krystallographische Winkeltabellen. Berlin, J. Springer. In-8°, 432 p. av. 12 fig. 25 fr. (3567)
- GOTTSCHKE (C.). — Die Endomoränen und das marine Diluvium Schleswig-Holstein's, im Auftrage der geographischen Gesellschaft in Hamburg untersucht. I. Thl. Die Endomoränen (Extr. des *Mittheil. d. geograph. Gesellschaft in Hamburg*). Hambourg; Leipzig, Friederichsen und Co. In-8°, II-57 p. av. 7 pl. et 1 carte. 5 fr. (2479)
- LEONHARD (R.). — Die Fauna der Kreideformation in Oberschlesien (Extr. des *Palaeontographica*). Stuttgart, E. Schweizerbart. In-4°, 70 p. av. 12 fig. et 4 pl. 15 fr. (3187)
- MARTINI und CHEMNITZ. — Systematisches Conchilien-Cabinet. 430. u. 431. Lfg. Nürnberg, Bauer und Raspe. In-4°. Chaque livraison 11^f, 25. (3576)
- — Systematisches Conchilien-Cabinet. Sect. 142. Nürnberg, Bauer und Raspe. In-4°. 11^f, 25. (2493)
- — Systematisches Conchilien-Cabinet. Sect. 143. Nürnberg, Bauer und Raspe. In-4°. 33^f, 75. (3577)
- — Systematisches Conchilien-Cabinet. I. Bd. 12 Abthg. — III. Bd. 1. Abthg. Nürnberg, Bauer und Raspe. In-4°. 237^f, 50. (2494)

- MARTINI und CHEMNITZ. — Systematisches Conchilien-Cabinet. II. Bd. 13. Abth. Die Familie der Sculariidae. Von S. Clessin. Nürnberg, Bauer und Raspe. In-4°, 76 p. av. 48 fig. en coul. 37^f,50. (3188)
- PERNER (J.). — Études sur les Graptolites de Bohême. 3^e partie. Prague. Leipzig, R. Gerhard. In-4°, 25 p. 18^f,75. (3194)
- PHILIPPI (E.). — Ueber *Ischyodus suevicus* nov. sp. Ein Beitrag zur Kenntniss der fossilen Holocephalen (Extr. des *Palæontographica*). Stuttgart, E. Schweizerbart. In-4°, 10 p. av. 2 pl. 6^f,25. (3195)
- POTONÉ (H.). — Lehrbuch der Pflanzenpaläontologie mit besonderer Rücksicht auf die Bedürfnisse des Geologen. 2. Lfg. Berlin, F. Dümmler. In-8°, av. fig. 2^f,50. (3588)
- RAUBER (A.). — Atlas der Krystalbregeneration. 2 Heft. Wucherfelder. Jurjeff; Leipzig, A. Georgi. In-8°, 18 pl. fotogr., 1 f. texte. 25 fr. (3197)
- v. SCHLECHTENDAL (D.-H.-R.). — Beiträge zur näheren Kenntnis der Braunkohlenflora Deutschlands (Extr. des *Abhandl. d. naturforsch. Gesellschaft zu Halle*). Halle, M. Niemeyer. In-8°, 28 p. av. 1 fig. et 4 pl. 2^f,50. (3996)
- SCHRÖCKENSTEIN (F.). — Silicat-Gesteine und Meteorite. Petrographisch chemische Studie, auf Grundlage des neuesten Standes der Wissenschaft bearbeitet. Prague, H. Dominicus. In-8°, iv-156 p. 5 fr. (4370)
- UHLIG (V.). — Die Geologie des Tatragebirges. I. Einleitung und stratigraphischer Theil (Extr. des *Denkschr. d. k. Akad. d. Wissenschaften*). Vienne, C. Gerold's Sohn. In-4°, 44 p. av. 17 fig. 4 fr. (4002)
- WÜLFING (E.-A.). — Die Meteoriten in Sammlungen und ihre Literatur, nebst einem Versuch, den Tauschwert der Meteoriten zu bestimmen. Tübingen, H. Laupp. In-8°, XLVI-460 p. 18^f,75. (2109)

4^e Mécanique appliquée et Machines.

- HAEDER (H.). — Die kranke Dampfmaschine und erste Hülfe bei Betriebsstörung. Duisburg; Düsseldorf, L. Schwann. In-8°, xv-303 p. av. 633 fig. 7^f,50. (3056)
- v. HOYER (E.). — Kurzes Handbuch der Maschinenkunde. 10. Lfg. München, Th. Ackermann. In-8°, xii p. et p. 865-998, av. fig. 4^f,25. (4223)
- KECK (W.). — Vorträge über Mechanik als Grundlage für das Bau-

und Maschinenwesen. II. Thl. : Mechanik elastisch-fester und flüssiger Körper. Hanövre, Helwing. In-8°, viii-367 p. av. 364 fig. 15 fr. (2321)

5° *Applications industrielles de la physique et de la chimie. — Métallurgie.*

ARNOLD (E.). — Constructionstafeln für den Dynamobau. I. Thl. Gleichstrom-Maschinen. Stuttgart, F. Enke. In-fol., 55 pl. autogr. av. 1 feuille de texte. 25 fr. (3051)

DÜRRE (E.-F.). — Vorlesungen über allgemeine Hüttenkunde. Uebersichtliche Darstellung aller Methoden der gewerblichen Metallgewinnung, eingeleitet durch eine ausführliche Schilderung aller in Betracht kommenden Eigenschaften der Metalle und ihrer Verbindungen, und abgeschlossen durch eine Uebersicht aller wichtigeren Apparate und Hilfsmittel. 1. Hälfte. Halle, W. Knapp. In-4°, vii-128 p. av. fig. 12^f, 50. (4599)

ERHARD (T.). — Einführung in die Elektrotechnik. Die Erzeugung starker elektrischer Ströme und ihre Anwendung zur Kraftübertragung. Leipzig, J.-A. Barth. In-8°, vi-183 p. av. 95 fig. 5 fr. (3428)

HOLZT (A.). — Die Schule des Elektrotechnikers. Lehrhefte für die angewandte Elektrizitätslehre. Herausgegeben im Verein mit H. Wieweger und H. Stapelfeldt. 20-24 Heft. Leipzig, M. Schäfer. In-8°. Chaque fascicule 0^f, 95. (2702-3821)

PANAOTOVIC (J.-P.). — Calciumcarbid und Acetylen in Vergangenheit, Gegenwart und Zukunft. Leipzig, J.-A. Barth. In-8°, 125 p. av. 4 fig. 4^f, 50. (3193)

ULZER (F.) und FRENKEL (A.). — Anleitung zur chemisch-technischen Analyse. Für den Gebrauch an Unterrichts-Laboratorien bearbeitet. Berlin, J. Springer. In-8°, xi-192 p. av. fig. 6^f, 25. (2858)

6° *Exploitation des mines. — Gites minéraux.*

CREMER (L.). — Die Sudan-Ueberschiebung. Eine Studie auf den Lagerungs-Verhältnissen des Westfälischen Steinkohlengebirges (Extr. du *Glückauf*). Essen, G.-D. Bædeker. In-4°, 8 p., 3 pl. 2^f, 50. (3172)

7° *Chemins de fer.*

CAUER (W.). — Betrieb und Verkehr der preussischen Staatsbahnen. Ein Handbuch für Behörden und Beamte. I. Thl. Berlin, J. Springer. In-8°, xxiii-471 p., av. 67 fig. dans le texte et sur 4 pl. 10 fr. (Paraltra en 2 parties). (3052)

Eisenbahn-Technik (die) der Gegenwart. Unter Mitwirkung von Bathmann, Berndt, v. Beyer, etc. herausgegeben von Blum, v. Borries, Barkhausen, II. Bd. Der Eisenbahnbau. 2. Abschn. Der Oberbau. Wiesbaden, C.-W. Kreidel. In-8°, vii p. et p. 114-308, av. 292 fig. 6^f,25. (2696)

8° *Législation. — Économie politique et sociale.*

Handwörterbuch des gesamten Versicherungswesens einschließlich der socialpolitischen Arbeiter-Versicherung. Unter Mitwirkung hervorragender Fachleute und Juristen des In- und Auslandes herausgegeben von E. Baumgartner. I. Bd. Strasbourg, E. Baumgartner. In-8°, p. 1-80. 1^f,50 (Paraltra en 50 livraisons). (4318)

9° *Objets divers.*

BECK (L.). — Die Geschichte des Eisens in technischer und kulturgeschichtlicher Beziehung. III. Abtlg. Das 18. Jahrhundert. Brunswick, F. Vieweg und Sohn. In-8°, vii-1205 p. 43^f,75. (3419)

— — — IV. Abtlg. Das 19. Jahrhundert, I. Lfg. Brunswick, F. Vieweg und Sohn. In-8°, p. 1-176, av. fig. 6^f,25. (4215)

OUVRAGES SUISSES.

BIGLER (U.). — Ein Beitrag zur Theorie der arithmetischen Reihen. Aarau, H.-R. Sauerländer und Co. In-8°, 36 p. 1^f,25.

TORNQUIST (Alex.). — Die degenerierten Perisphinctiden des Kimmeridge von Le Havre (Extr. des *Abhandl. d. schweiz. paläont. Gesellschaft*). Zurich. In-4°, 43 p. av. 8 pl. 13 fr.

OUVRAGES HOLLANDAIS.

MARTIN (K.). — Reisen in den Molukken, in Ambon, den Uliassern, Seran (Ceram) und Buru. Geologischer Thl. 1. Lfg. : Ambon und die Uliasser. Leyde, E.-J. Brill. In-8°, VIII-98 p. av. 3 cartes, 5 pl. et 20 fig. 6^f, 25.

DE STOPPELAAR (C.-P.). — De Petroleum-industrie in het bijzonder die van Nederlandsch Oost-Indië. Amsterdam. In-8°, 10 — 223 p. 9^f, 40.

OUVRAGES RUSSES.

FEDOROFF (E.-S.). — Principes de pétrographie (en russe). Saint-Pétersbourg. In-8°, 240 p. 7^f, 50.

SOCHOZKIJ (I.). — Des intégrales définies et des équations de fonctions (en russe). Saint-Pétersbourg. In-8°. 7^f, 50.

OUVRAGES ESPAGNOLS.

MUÑOZ DE MADARIAGA (J.-J.). — Lecciones de mineralogia. Madrid. In-4°, 704 p. 43^f, 15.

REPULLES Y VARGAS (E.-M.). — Escuela de ingenieros de minas de Madrid. In-fol., 36 p. et 7 pl. 23^f, 45.

OUVRAGES ITALIENS.

1° Mathématiques et Mécanique pures.

AMALDI (I.). — Nella divisione delle grandezze la bisezione può considerarsi come l'operazione elementare. Avellino, tip. E. Pergola. In-8°, 4 p. (Extr. du *Pitagora*). (8571)

- AMOROSO (L.). — Su di un caso d'osculazione in un problema di geometria: nota. Naples. tip. della Giurisprudenza. In-8°, 14 p. av. planche. (9381)
- BLANCHI (C.). — Teoria dei gruppi e delle equazioni algebriche secondo Galois. Pise. In-8°, 376 p. 12 fr.
- CALZECCHI (T.). — Sopra le due prime leggi del moto. Fermo, tip. Bacher. In-8°, 3 p. (Extr. du journal *La nostra scuola*). (5391)
- CARDOSO-LAYNES (G.). — Le cubiche piane razionali circolari. Livourne, tip. S. Belforte e C. In-8°, 12 p. (9833)
- CHIARELLA (P.). — Le principali questioni sull'equilibrio e sul movimento svolte come applicazione della matematica elementare. Oneglia, tip. eredi Ghilini. In-8°, 86 p. av. planche. (7333)
- CREPAS (E.). — Teoria dei momenti d'inerzia. Milan, Allegri Segati e C. In-16, 140 p. 1^{fr}, 50. (5393)
- GIAVARINI (C.). — A difesa del mio primo studio, Trisezione elementare dell'angolo piano rettilineo, impresso in Modena il 12 ottobre 1892. Modène, tip. A. Rossi. In-8°, 15 p. (6859)
- GRIECO (M.). — Sulle relazioni biquadratiche fra le funzioni *theta* e sopra le corrispondenti formole di addizione. Rome, tip. della r. accad. dei Lincei. In-4°, 20 p. (8577)
- MARSEGLIA (N.). — Sulle piccole oscillazioni di un sistema meccanico intorno ad una posizione di equilibrio stabile. Naples, tip. Trani. In-8°, 51 p. (5398)
- NICCOLETTI (O.). — Sulla trasformazione delle equazioni lineari del secondo ordine con due variabili indipendenti. Pise, tip. T. Nistri e C. In-8°, 143 p. (Extr. des *Annali della r. scuola norm. sup. di Pisa*). (8206)
- PINNA (S.). — Sulle curve piane razionali e sui fasci che con esse si possono fare. Turin, tip. Bona. In-8°, 59 p. (7338)
- REPETTO (G.). — Alcune applicazioni al metodo di Jacobi per l'integrazione delle equazioni differenziali. Sassari, tip. G. Dessi. In-8°, 23 p. (7341)
- RICCI (G.). — Lezioni sulla teoria delle superficie. Vérone-Padoue, fr. Drucker. In-8°, 8 — 416 p. 10 fr. (7791)
- ROBERTO (G.). — Iperdimensioni. Potenza, Garramone e Marchesiello. In-16, 12 p. (9021)

2° Physique et Chimie.

- ALESSANDI (P.-E) e G. GUALBERTO ALESSANDRI. — Analisi chimica dell'acqua minerale sulfurea di S. Omobono (fonte nuovo).

- comune di Mazzoleni in Valle Imagna. Pavia, tip. fr. Fusi. In-8°, 11 p. (10278)
- ANGELI (A.). — Sopra l'acido nitroidrossilamminico : nota. Bologna tip. Gamberini e Parmeggiani. In-8°, 15 p. (Extr. du *Rendiconto delle sessioni d. r. accad. d. scienze dell'istit. di Bologna*). (7327)
- ANTONY (U.). — Azione delle acque potabili sui tubi di piombo. Livourne, tip. A. Debatte. In-8°, 7 p. (6420)
- ANTONY (U.) e T. BENELLI. — Esperienze relative alle acque potabili che hanno percorso tubi di piombo : nota II. Livourne, tip. C. Meucci. In-8°, 12 p. (5389)
- ARNO (R.). — Metodi e strumenti di misura della differenza di fase fra due correnti alternative. Turin, Unione tipografico-editrice. In-8°, 56 p. avec fig. 3 fr. (4597)
- CAVALLI (A.). — Sovra un reattivo molto sensibile per svelare la reazione alcalina nelle acque potabili. Pavia, tip. fr. Fusi. In-8°, 1 p. (Extr. du *Selmi*). (9834)
- CAVAZZI (A.). — Di alcune ricerche sugli arseniti e sugli arseniati di cromo : nota. Bologna, tip. Gamberini et Parmeggiani. In-4°, 12 p. (Extr. des *Memorie d. r. accad. d. scienze dell'istit. di Bologna*). (8195)
- CORBINO (O.-M.). — Ricerche sulla variazione della costante dielettrica per la trazione del coibente. Florence, tip. Niccolai. In-8°, 12 p. av. planche. (Extr. de la *Rivista scientifica e industriale di Firenze*). (7334)
- FERRARI (D.). — Contributo allo studio di correnti elettro-organiche e di elettricità di minima quantità e tensione da esse svelata : esperienze. Gênes, tip. L. Sambolino e figlio. In-8°, 31 p. (8198)
- FILETI (M.). — Tavole di analisi chimica qualitativa. Sesta edizione. Turin, E. Loescher. In-16°, av. fig., 58 p. av. 14 tableaux. 3f. 50. (9836)
- FILETI (M.) e F. MAURO. — Analisi di alcune acque termo-minerali di Civitavecchia. Civitavecchia, tip. V. Strambi. In-4°, 49 p. (9837)
- GALLILEI GALILEO. — Le opere. Edizione nazionale sotto gli auspici di S. M. il Re d'Italia. Volume VII. Florence, tip. G. Barbèra. In-4°, 754 p. av. fig. et portrait. (5895)
- GARBASSO (A.). — Quindici lezioni sperimentali sulla luce considerata come fenomeno elettromagnetico. Milan, *L'Elettricità*. In-16, 255 p. av. 3 pl. (8200)
- GIONGO (C.). — Note di analisi chimica qualitativa minerale. Milan, tip. del Riformatorio patronato. In-8°, 84 p. (9839)

- GIUSTINIANI (E.) e G. SCOGNAMIGLIO. — Nozioni di analisi chimica qualitativa. Naples, tip. Velardi e C. In-8°, 70 p. av. fig. et 18 tableaux. 4 fr. (Extr. du *Trattato di chimica applicata all'igiene bromatologia, ecc.*). (5397)
- KELLER (F.). — Sulla intensità orizzontale del magnetismo terrestre nei pressi di Roma, con note che riguardano le condizioni geofisiche delle località esplorate : nota. Rome, tip. Elzeviriana di Adelaide ved. Pateras. In-8°, 21 p. (4969)
- LANCIAI (G.-B.). — Teoria elementare dei fenomeni elettrici e magnetici. Volume I (Elettrostatica). Turin, tip. C. Locatelli. In-8°, 162 p. av. fig. 2^r, 50. (6860)
- LUSSANA (S.). — A proposito della nota del dott. Adolfo Campetti, Della influenza della temperatura sulla velocità degli joni. Florence, tip. L. Niccolai. In-8°, 8 p. avec fig. (Extr. de la *Rivista scientifica industriale*). (9018)
- MALAGOLI (R.). — Intorno alla risoluzione di due problemi di fisica. Florence, tip. L. Niccolai. In-8°, 11 p. (Extr. du même recueil). (7790)
- Sulle valore delle costanti fisiche nei diversi sistemi di misura. Florence, tip. L. Niccolai. In-8°, 6 p. (Extr. du même recueil). (7790)
- MARCO (F.). — Le teorie eterree dell'elettricità. Milan, *L'Elettricità*. In-16°, 45 p. 50 cent. (Extr. de la revue *L'Elettricità*). (6423)
- MARTINI (T.). — Intorno al calore che si sviluppa nella umettazione delle polveri. Venise, tip. Ferrari. In-8°, 17 p. (6861)
- MAZZARA. — Lezioni di chimica, anno 1896-1897 (R. università di Parma). Parme, lit. F. Zafferi. In-8°, 213 p. (5400)
- MURANI (O.). — Luce e raggi Röntgen, con prefazione del prof. R. Ferrini. Milan, U. Hoepli. In-8°, x-392 p. av. fig. et 15 pl. 8 fr. (8205)
- RIGHI (A.). — Descrizione di una disposizione sperimentale assai semplice per la misura di spostamenti rettilinei piccolissimi : nota. Bologne, tip. Gamberini e Parmeggiani. In-8°, 8 p. av. fig. (Extr. du *Rendiconto delle sessioni d. r. accad. della scienze dell'istit. di Bologna*). (5404)
- Sull'orientazione di un disco di selenite in un campo elettrico uniforme : nota. Bologne, tip. Gamberini e Parmeggiani. In-8°, 11 p. av. fig. (Extr. du même recueil). (5405)
- ROVELLI (C.). — Azioni elettriche nei dielettrici. Pavie, tip. fr. Fusi. In-8°, 22 p. (8208)
- ROSSI (G.-A.). — Sulla misura delle differenze di fase nelle cor-

- renti alternative : monografia. Padoue, A. Draghi. In-8°, 203 p. av. fig. 5 fr. (7793)
- SALVOINI (E.). — Sul passaggio dell'elettricità attraverso interruzioni estremamente piccole : nota. Pérouse, Unione tipografica cooperativa. In-8°, 18 p. av. fig. (Extr. des *Atti dell'accad. medico-chirurgica di Perugia*). (8586)

3° *Minéralogie. — Géologie. — Paléontologie.*

- ACHIARDI (G. D'). — Di alcune forme cristalline della calcite di Montecatini in Val di Cecina. Pise, tip. T. Nistri e C. In-8°, 12 p. av. fig. (Extr. des *Proc. verb. d. soc. toscana di sc. naturali*). (5888)
- Osservazioni sulle tormaline dell'isola del Giglio. Pise, tip. Vannucchi. In-4°, 16 p. av. planche (Extr. des *Annali delle università toscane*). (5889)
- ALESSANDRI (G. DE). — La pietra di cantoni di Rosignano e di Vignale (Basso Monferrato) : studi stratigrafici e paleontologici. Milan, tip. Bernardoni di C. Rebeschini e C. In-4°, 98 p. av. 2 pl. (Extr. des *Memorie d. Museo civico di storia naturale di Milano*). (6419)
- ANCONA (G. D'). — Della chimica composizione degli scisti galestrini e di una prova di Debbio in essa eseguita. Pise, tip. T. Nistri e C. In-8°, 24 p. (Extr. des *Atti d. soc. toscana di sc. naturali*). (7326)
- ANELLI (M.). — Pullada, stazione neolitica delle morene del Benaco. Lodi, E. Wilmant. In-8°, 66 p. 1 fr. (10279)
- BARATTA (M.). — Il Vesuvio e le sue eruzioni dall'anno 79 d. C. al 1896. Rome, soc. edit. Dante Alighieri. In-16, 203 p. av. planche. 3 fr. (7329)
- BOERIS (C.). — Sulla forma cristallina di alcuni derivati dell'anteto : nota. Padoue, tip. Cooperativa. In-8°, 18 p. (Extr. de la *Rivista di mineralogia e cristallografia*). (4964)
- CAPELLINI (G.). — Sulla data precisa della scoperta dei minuti foraminiferi e sulla prima applicazione del microscopio all'analisi meccanica delle rocce per Iacopo Bartholommeo Beccari : memoria. Bologne, tip. Gamberini e Parmeggiani. In-4°, 20 p. (Extr. des *Memorie d. r. accad. d. scienze dell'istit. di Bologna*). (5392)
- CHELUSSI (I.). — Brevi cenni sulla costituzione geologica di alcune località dell'Abruzzo Aquilano. Florence, tip. Baroni e Lasstrucci. In-8°, 18 p. (6858)

- FANTAPPIÉ (D.). — Nuove osservazioni su minerali dei blocchi erratici nella regione cimina. Padoue, tip. Cooperativa. In-8°, 49 p. (Extr. de la *Rivista di mineralogia e cristallografia*). (7785)
- FORNASINI (C.). — Indice ragionato delle Frondicularie fossili d'Italia : studio monografico. Bologna, tip. Gamberini e Parmeggiani. In-4°, 15 p. (Extr. des *Memorie. d. r. accad. d. scienze dell'istit. di Bologna*). (5395)
- Note micropaleontologiche. Bologna, tip. Gamberini e Parmeggiani. In-8°, 20 p. av. fig. et pl. (Extr. du *Rendiconto delle sess. d. accad. d. scienze dell'istit. di Bologna*). (5396)
- FRANCO (P.). — Il meccanismo delle eruzioni e l'influenza della luna : studi. Naples, tip. dell'Accad. r. delle scienze fisiche e matematiche. In-8°, 79 p. av. fig. (9386)
- ISSEL (A.). — Compendio di geologia, col concorso dell'ing. S. Traverso. Parte II. Turin, Unione tipografico-editrice. In-8°, av. fig., 592 p. av. 2 pl. et 4 tableaux. 8 fr. (4970)
- LA VALLE (G.). — Corso di cristallografia teorica con applicazione al calcolo dei cristalli. Rome. In-8°, 259 p. av. 10 pl. 10 fr.
- LUPO (M. DEL). — Elementi di mineralogia, litologia e geologia. Turin. In-8°, 168 p. 3 fr.
- MANASSE (E.). — Rocce ofiolitiche e connesse dei monti livornesi : studio petrografico. Pise, tip. T. Nistri e C. In-8°, 20 p. av. planche. (5897)
- MARINELLI (O.). — Fenomeni carsici, grotte e sorgenti nei dintorni di Tarcento in Friuli. Udine, tip. G.-B. Doretti. In-8°, 74 p. (Extr. du journal *In Alto*). (6424)
- Alcuni recenti studi sulla geologia delle Alpi Carniche : appunti bibliografici. Udine, tip. G.-B. Doretti. In-16, 26 p. (Extr. du même journal). (8583)
- MELI (R.). — Sopra alcuni denti fossili di mammiferi (ungulati) rinvenuti nelle chiaie alluvionali dei dintorni di Roma : nota. Rome, tip. della r. accad. dei Lincei. In-8°, 12 p. (8203)
- Sulla *Eastonia rugosa* Chemn. (*Mactra*) ritrovata vivente e fossile nel litorale di Anzio e Nettuno. Modène, tip. della Soc. tipografica. In-8°, 96 p. avec planche. (8204)
- MEUNIER (F.). — Observations sur quelques insectes du Corallien de la Bavière : note. Parme, tip. M. Adorni. In-8°, 6 p. av. fig. (Extr. de la *Rivista italiana di paleontologia*). (5401)
- MORENA (T.). — Il sinemuriano negli strati a *Terebratula Aspasia* dell'appennino centrale : comunicazione alla Società geologica italiana. Cagli, tip. Balloni. In-8°, 9 p. (8585)
- RADDI (A.). — Alcune osservazioni sul terremoto del 18 maggio

- 1895 in Firenze. Palermo, tip. del Giornale di Sicilia. In-4°, 15 p. (Extr. du *Giornale scientifico di Palermo*). (7339)
- STEFANI (C. DE). — Osservazioni geologiche sul terremoto di Firenze del 18 maggio 1895. Rome, tip. dell' Unione cooperativa editrice. In-4°, 32 p. av. fig. (Extr. des *Annali dell'ufficio centrale di meteorologia e geodinamica*). (10283)
- VINASSA DE REGNY (P.-E.). — I molluschi degli strati con *Serpula spirulæa* e la posizione del piano di Priabona. Pise, tip. T. Nistri e C. In-8°, 6 p. (Extr. des *Proc. verb. d. soc. toscana di sc. naturali*). (7344)

4° *Mécanique appliquée et Machines.*

- GLIAZZI (F.). — Bottiglia di Woulff a tappi e da tubi di sicurezza e di svolgimento manometrici : nota di fisico-chimica pratica. Pérouse, Unione tipografica cooperativa. In-8°, 3 p. av. fig. (8576)
- MASI (F.). — Le nuove vedute nelle ricerche teoriche ed sperimentali sull'attrito : determinazione del valore industriale dei lubrificanti. Bologne, N. Zanichelli. In-8°, 131 p. av. pl. (8202)
- Esperienze d'attrito. Bologne, N. Zanichelli. In-8°, 23 p. av. planche. (8584)

5° *Applications industrielles de la physique et de la chimie. — Métallurgie.*

- ARNÒ (R.). — Trasmissioni e distribuzioni polifasi. Turin, Unione tipografico-editrice. In-16, 54 p. av. fig. 3 fr. (9015)
- GABBA (L.). — Manuale del chimico e dell'industriale : raccolta di tabelle, di dati fisici e chimici e di processi d'analisi tecnica, ad uso dei chimici analitici e tecnici, dei direttori di fabbriche, dei fabbricanti di prodotti chimici, degli studenti di chimica, ecc. Seconda edizione ampliata ed arricchita delle tavole analitiche di H. Will. Milan, U. Hoepli. In-16, xvi-442 p. av. 11 tableaux. (7466)
- GHERSI (I.). — Leghe metalliche ed amalgame : alluminio, nichelio, metalli preziosi e imitazioni, bronzo, ottone, monete e medaglie, saldature. Milan, U. Hoepli. In-16, xu-431 p. av. fig. (7467)
- GONZALES (T.). — Sopra alcune nuove esperienze di elettro-metalurgia ; sull'esplosività dell'acetilene. Milan, tip. degli Operai. In-8°, 23 p. (9389)

- Relazioni ed analisi sul ghiaccio artificiale e naturale (Fabbrica di ghiaccio e neve in Terni). Terni, Unione tip. lit. ternana. In-16, 18 p. (6864)
- SANTARELLI (G.). — La telegrafia senza fili sistema Marconi. Firenze, tip. L. Niccolai. In-8°, 11 p. av. fig. (Extr. de la *Rivista scientifica e industriale*). (7795)
- SHROEDER (L.). — Gli accumulatori a repulsione nell'esercizio delle tramvie elettriche. Milan, tip. degli Operai. In-4°, 12 p. av. fig. (Extr. du journal *L'Industria*). (6493)
- STERZA (A.). — L'acetilene, sue ultime applicazioni al riscaldamento, all'incandescenza ed ai motori. Mantoue, tip. G. Mondovi. In-8°, 49 p. (7001)
- VENDER (V.). — La grande industria chimica: la fabbricazione dell'acido solforico, dell'acido nitrico, del solfato sodico, dell'acido muriatico. Milan, U. Hoepli. In-16, v-312 p. avec fig. et 2 pl. (6525)

6° *Exploitation des mines. — Gites minéraux.*

- GIAMPAOLI (A.). — I marmi di Carrara. Pise, tip. T. Nistri e C. In-8°, 39 p. av. planche. (9388)
- HABETS (A.). — Rapport partiel sur les mines de fer de l'île d'Elbe. Livourne, tip. del Corriere toscano. 2 fasc. In-4°, 35 et 21 p. (10377)

7° *Construction. — Chemins de fer.*

- BARBERIS (L.). — Lo sviluppo della rete ferroviaria degli Stati Uniti e le sue variazioni, con prefazione di E. Mase-Dari. Turin, fr. Bocca. In-8°, viii-158 p. avec 7 pl. 4 fr. (6344)
- BORGNO (G.-C.). — Abänderung zu den matallenen Kupplungsmuffen in den Schläuchen der Vacuum-Bremse (System Hardy): Denkschrift. Bologne, tip. G. Civelli. In-8°, 28 p. av. 13 pl. (5462)
- COLAMANICO (F.) e A. CIAMPA. — Studio di un profilo teorico per ferrovie funicolari. Naples, tip. dell'Accad. r. delle scienze. In-8°, 26 p. avec 2 pl. (10330)
- Costruttore (Il): trattato pratico delle costruzioni civili, industriali e pubbliche, delle arti ed industrie attinenti, disposte alfabeticamente, ad uso dell'ingegnere civile ed industriale, dell'architetto, dell'agronomo, dei capimastri, imprenditori, industriali, ecc. Opera illustrata da oltre 4000 incisioni. Milan,

- F. Vallardi. Disp. 169-182. In-4° av. fig., p. 1005-1048 ; p. 1-328 ; av. 8 pl. (6489-9074-9911)
- Costruzione ed esercizio delle strade ferrate e delle tramvie : norme pratiche dettate da una eletta di ingegneri specialisti. Turin, Unione tipografico-editrice. In-4° av. fig. Disp. 129-133 : 23 p. av. 5 pl. ; p. 33-48, xvi p., av. 6 pl. ; p. 265-304, av. 3 pl. ; p. 1-89, av. 5 pl. 2 fr. la livraison. (5008-7848-8262-8632)
- FERRERA (L.). — Influenza delle rampe sul servizio di trazione nell'esercizio delle strade ferrate. Naples, tip. F. Giannini e figli. In-8°, 20 p. (7419)
- GRECHI (C.). — Locomotive a tagliavento. Florence, tip. L. Niccolai. In-8°, 17 p. av. fig. (Extr. de la *Rivista scientifica e industriale di Firenze*). (6936)
- GUIDI (C.). — Lezioni sulla scienza delle costruzioni. Parte IV (Teoria dei ponti). Seconda edizione. Turin, tip. Camilla e Bertolero. In-8°, viii-355 p. av. fig. et 5 pl. (5009)
- MOLA (D.). — La ferrovia del Sempione : note (Comitato per la ferrovia del Sempione). Milan, tip. Giussani e Manzoni. In-8°, 43 p. (9913)
- Note ed appunti sulla trazione per ferrovia valendosi dell'elettricità come forza motrice, tanto con il sistema Cattori, quanto con altri sistemi [per il dott. A. B.]. Rome, tip. dell'Unione cooperativa editrice. In-8°, 20 p. (7423)
- Relazione sull'esercizio delle strade ferrate per l'anno 1891 (Ministero dei lavori pubblici : r. ispettorato generale delle strade ferrate). Rome, tip. Nazionale di G. Bertero. In-8°, vii-727 p. (9914)
- ROSSI (A.). — Notizie e studi sulla spesa d'esercizio e sulla quantità di personale delle ferrovie italiane ed estere. Rome, tip. dell'Unione cooperativa editrice. In-8°, 66 p. (10333)
- Spesa d'esercizio e quantità di personale delle principali reti ferroviarie italiane e di alcune reti estere : ricerche statistiche. Rome, tip. dell'Unione cooperativa editrice. In-4°, 261 p. (10334)
- TAJANI (F.). — Studi sulle ferrovie funicolari. Turin, tip. Camilla e Bertolero. In-8°, 70 p. av. fig. (Extr. de *L'Ingegneria civile e le arti industriali*). (5470)
- Un nuovo freno automatico per ferrovie funicolari. Turin, tip. Camilla e Bertolero. In-8°, 17 p. av. fig. (Extr. du même recueil). (5965)

8° *Législation. — Économie politique et sociale.*

- BOSIO (E.) et C. BARZANÒ. — Remarques sur les conditions de la protection de la propriété industrielle en Italie ; situation faite aux étrangers : rapport (Association internationale pour la protection de la propriété industrielle : premier congrès, Vienne, 1897). Milan, impr. H. Reggiani. In-8°, 18 p. (9092)
- FABRIS (R.). — Essai statistique sur les accidents du travail (Congrès international des accidents du travail et des assurances sociales, 4^e session, Bruxelles, 1897). Milan, impr. H. Reggiani. In-8°, 27 p. (6350)
- MAGALDI (V.). — Sur la récente phase législative de la protection des ouvriers contre les accidents du travail en Italie (Congrès international des accidents du travail et des assurances sociales, 4^e session, Bruxelles, 1897). Milan, impr. H. Reggiani. In-8°, 34 p. (6356)
- Regolamento per l'esercizio e la sorveglianza delle caldaie a vapore, 27 giugno 1897 (Associazione dei possessori di caldaie a vapore nelle provincie dell'Emilia e delle Marche). Bologne, soc. tip. Azzoguidi. In-8°, 16 p. (7488)
- Regolamento per l'esercizio e per la sorveglianza delle caldaie e dei recipienti di vapore (Ministero di agricoltura, industria e commercio: divisione industria e commercio). Pavie, tip. succ. Bizzoni. In-8°, 24 p. (10396)

9° *Objets divers.*

- BOCCARDO (E.-C.) e V. BAGGI. — Trattato elementare completo di geometria pratica. Disp. 49-52. Parte II (Topografia). Turin. Unione tipografico-editrice. In-8°, p. 321-452, av. 16 pl. 1^{re}, 60 la livraison. (4963-6855-8572-9016)
- CRUGNOLA (G.). — Dizionario tecnico di ingegneria e di architettura nelle lingue italiana, francese, inglese e tedesca, compresi le scienze, arti e mestieri affini. Parte I, disp. 72-74. Turin, A.-F. Negro. In-8°, p. 465-608. (6933-9441)
- EREDE (G.). — Manuale di geometria pratica. Terza edizione riveduta e aumentata. Milan, U. Hoepli. In-16°, XII-258 p. (6934)
- RUFFINI (A.). — Di un apparecchio micro-fotografico e di un nuovo metodo per eseguire micro-fotografie colla luce del giorno riflessa dallo specchio del microscopio. Florence, stab. tip. Fiorentino. In-8°, 6 p. av. fig. (Extr. du *Monitore zoologico italiano*). (7794)

LISTE DES ÉCHANGES AUTORISÉS

ENTRE LES ANNALES DES MINES ET LES PUBLICATIONS FRANÇAISES ET ÉTRANGÈRES.

Les *Annales des Mines* ont été adressées, à titre d'échange, en 1897, aux Sociétés et publications dont les noms suivent :

1. — The Journal of the FRANKLIN INSTITUTE. *Philadelphie.*
2. — The American Journal of science and arts. *New-Haven.*
3. — AMERICAN PHILOSOPHICAL SOCIETY. *Philadelphie.*
4. — ROYAL SOCIETY OF LONDON. *Londres.*
5. — The quarterly Journal of the GEOLOGICAL SOCIETY. *Londres.*
6. — INSTITUTION OF CIVIL ENGINEERS. *Londres.*
7. — ROYAL IRISH ACADEMY. *Dublin.*
8. — SOCIETA TOSCANA DI SCIENZE NATURALI. *Pise.*
9. — L'Industria. Rivista tecnica ed economica illustrata. *Milan.*
10. — SOCIÉTÉ DE PHYSIQUE ET D'HISTOIRE NATURELLE DE GENÈVE.
11. — SOCIÉTÉ GÉOLOGIQUE DE FRANCE. *Paris.*
12. — Journal de mathématiques pures et appliquées. *Paris.*
13. — Annales de Chimie et de Physique. *Paris.*
14. — SOC. D'ENCOURAGEMENT POUR L'INDUSTRIE NATIONALE. *Paris.*
15. — Journal de Pharmacie et de Chimie. *Paris.*
16. — KAISERLICH-KÖNIGLICHE GEOLOGISCHE REICHSANSTALT. *Vienne.*
17. —
18. — The Colliery Guardian and Journal of the Coal and Iron Trades. *Londres.*
19. — ROYAL SOCIETY OF EDINBURGH. *Édimbourg.*
20. — SOCIÉTÉ DE L'INDUSTRIE MINÉRALE. *Saint-Étienne.*
21. — SMITHSONIAN INSTITUTION. *Washington.*
22. — Zeitschrift der DEUTSCHEN GEOLOGISCHEN GESELLSCHAFT. *Berlin.*
23. — Jahresbericht über die Fortschritte der Chemie. *Brunswick.*
24. — Zeitschrift des OESTERREICHISCHEN INGENIEUR- UND ARCHITEKTEN-VEREINS. *Vienne.*
25. — SOCIEDAD CIENTIFICA ARGENTINA. *Buenos-Ayres.*
26. — Zeitschrift des ARCHITEKTEN- UND INGENIEUR-VEREINS ZU HANNOVER. *Hanovre.*
27. — GEOLOGICAL SURVEY OF INDIA. *Calcutta.*

28. — Berg-und Hüttenmännische Zeitung. *Leipzig.*
29. — SOCIÉTÉ INDUSTRIELLE DE MULHOUSE.
30. — SOCIÉTÉ CHIMIQUE DE PARIS.
31. — Il Politecnico. Giornale dell' Ingegnere, Architetto civile ed industriale. *Milan.*
32. — Zeitschrift des VEREINES DEUTSCHER INGENIEURE, *Berlin.*
33. — SOCIÉTÉ DES INGÉNIEURS CIVILS. *Paris.*
34. — BUREAU CENTRAL MÉTÉOROLOGIQUE DE FRANCE. *Paris.*
35. — BOSTON SOCIETY OF NATURAL HISTORY. *Boston.*
36. — SOCIÉTÉ LINNÉENNE DE NORMANDIE. *Caen.*
37. — COMITÉ GÉOLOGIQUE DE LA RUSSIE. *St-Petersbourg.*
38. — Bulletin of the GEOLOGICAL INSTITUTION OF THE UNIVERSITY OF UPSALA. *Upsal.*
39. — KÖNIGLICHE UNGARISCHE GEOLOGISCHE ANSTALT. *Buda-Pesth.*
40. — The Journal of the IRON AND STEEL INSTITUTE. *Londres.*
41. — The Engineering and Mining Journal. *New-York.*
42. — NORTH OF ENGLAND INSTITUTE OF MINING AND MECHANICAL ENGINEERS. *Newcastle-upon-Tyne.*
43. — LITERARY AND PHILOSOPHICAL SOCIETY OF MANCHESTER.
44. — Berg-und Hüttenmännisches Jahrbuch der K. K. BERGAKADEMIEN ZU LEOBEN UND PRZIBRAM und der KÖN. UNGAR. BERGAKADEMIE ZU SCHEMNITZ. *Vienne.*
45. — Oesterreichische Zeitschrift für Berg- und Hüttenwesen. *Vienne.*
46. — Revue universelle des Mines et de la Métallurgie. *Liège.*
47. — AMERICAN INSTITUTE OF MINING ENGINEERS. *Easton (Pensylvanie).*
48. — REALE ACCADEMIA DEI LINCEI. *Rome.*
49. — AMERICAN CHEMICAL SOCIETY. *New-York.*
50. — ACADEMY OF NATURAL SCIENCES OF PHILADELPHIA.
51. — COMISION DEL MAPA GEOLOGICO DE ESPAÑA. *Madrid.*
52. — Mémorial de l'Artillerie de la Marine. *Paris.*
53. —
54. — L'Électricien, revue générale d'électricité. *Paris.*
55. — Giornale del Genio civile. *Rome.*
56. — Le Génie civil. *Paris.*
57. — Revista minera y metalurgica. *Madrid.*
58. — Annales de la SOCIÉTÉ GÉOLOGIQUE DE BELGIQUE. *Liège.*
59. — UNITED STATES GEOLOGICAL SURVEY. *Washington.*
60. — INSTITUT ROYAL GÉOLOGIQUE DE SUÈDE. *Stockholm.*
61. —
62. — Revue de la législation des mines. *Paris.*

63. — DIRECTION DES TRAVAUX GÉOLOGIQUES DU PORTUGAL. *Lisbonne.*
64. —
65. — K. K. NATURHISTORISCHER HOFMUSEUM. *Vienne.*
66. — COLLEGE OF SCIENCE, Imperial University, Japan. *Tokyo.*
67. — KAIS. LEOPOLDINISCH-CAROLINISCHE DEUTSCHE AKADEMIE DER
NATURFORSCHER. *Halle-sur-Saale.*
68. — Annales de la FACULTÉ DES SCIENCES DE TOULOUSE.
69. — NEW-YORK ACADEMY OF SCIENCES. *New-York.*
70. — INSTITUTION OF MECHANICAL ENGINEERS. *Londres.*
71. — Beiträge zur geologischen Karte der Schweiz. *Berne.*
72. — DEPARTMENT OF MINES OF NEW SOUTH WALES. *Sydney.*
73. — Revue générale des sciences pures et appliquées. *Paris.*
74. — The SCHOOL OF MINES Quarterly. *New-York.*
75. — GEOLOGICAL AND NATURAL HISTORY SURVEY OF CANADA. *Ottawa.*
76. — La Réforme sociale. *Paris.*
77. — SOCIÉTÉ INTERNATIONALE DES ÉLECTRICIENS. *Paris.*
78. — Bulletin of the GEOLOGICAL SOCIETY OF AMERICA. *Rochester*
(N.-Y.).
79. — COMMISSION INTERNATIONALE DU CONGRÈS DES CHEMINS DE FER.
Bruxelles.
80. — ASSOCIATION AMICALE DES ÉLÈVES DE L'ÉCOLE NATIONALE SUPÉ-
RIEURE DES MINES. *Paris.*
81. — Zeitschrift für praktische Geologie. *Berlin.*
82. — The Journal of Geology, UNIVERSITY OF CHICAGO.
83. — Bulletin of the Department of Geology, UNIVERSITY OF CALI-
FORNIA. *Berkeley.*
84. — Bulletin de l'ASSOCIATION DES INGÉNIEURS-ÉLECTRICIENS sortis
de l'Institut électro-technique Montefiore. *Liège.*
85. — SOCIÉTÉ BELGE DE GÉOLOGIE, DE PALÉONTOLOGIE ET D'HYDROLOGIE.
Bruxelles.
86. — La Revue Technique. *Paris.*
87. — AMERICAN MUSEUM OF NATURAL HISTORY. *New-York.*
88. — Journal of the SOCIETY OF CHEMICAL INDUSTRY. *Londres.*
89. — Bulletin technologique de la SOCIÉTÉ DES ANCIENS ÉLÈVES
DES ÉCOLES NATIONALES D'ARTS ET MÉTIERS. *Paris.*

TABLE DES MATIÈRES

DU TOME DOUZIÈME.

EXPLOITATION DES MINES. — GÎTES MINÉRAUX.

	Pages.
Note sur les travaux de recherche exécutés à Meymac; par M. P.-L. Burthe.....	5
Contribution à l'étude des gîtes métallifères. I. Sur l'importance des gîtes d'inclusions et de ségrégation dans une classification des gîtes métallifères. — II. Sur le rôle des phénomènes d'altération superficielle et de remise en mouvement dans la constitution de ces gisements; par M. L. de Launay.....	119
Étude sur les gîtes minéraux de la Corse; par M. Nentien..	231
Commission du grisou. — Sur la lampe de sûreté à rallumeur système Laune.	
I. — Rapport présenté à la Commission par M. G. Chesneau.....	353
II. — Avis de la Commission du grisou.....	359
Note sur les sources minérales de Pougues (Nièvre); par M. G. Friedel.....	589

CHIMIE. — MÉTALLURGIE.

Bulletin des travaux de chimie exécutés en 1895 par les ingénieurs des mines dans les laboratoires départementaux.....	87
--	----

MÉCANIQUE. — MACHINES.

	Pages.
Remarques et expériences à l'occasion d'un manque d'eau dans un générateur de vapeur; par M. C. Walckenaer...	101
Théorie mathématique de la machine à vapeur. — Action des parois; par M. J. Nadal.....	297
Note sur les chocs dans les tuyautages d'alimentation des chaudières; par M. Moritz.....	513
Note au sujet de l'alimentation des chaudières dans la vapeur; par M. Raymond.....	533
De l'emploi des boulons à charnière pour maintenir les obturateurs amovibles de certains récipients de vapeur; par MM. E. Polonceau et C. Walckenaer	546
Bulletin des accidents d'appareils à vapeur survenus pendant l'année 1896.....	638

CHEMINS DE FER.

Étude sur les enclenchements entre leviers servant à la manœuvre des signaux, aiguilles, etc., des chemins de fer, par feu M. Massieu; revue et publiée par M. Louis Etienne.....	360
— Suite et fin	457

OBJETS DIVERS.

Saturation hygrométrique de l'écorce du globe. Détermination de l'eau de carrière. Diminution de la résistance des roches imbibées d'eau; par M. O. Keller.....	32
---	----

BULLETIN.

	Pages.
Industrie minérale de la Russie en 1895.....	117
Production du pétrole et de l'ozokérite en Galicie pendant l'année 1895.....	118
Statistique de l'industrie minérale des États-Unis en 1895 et en 1896.....	229
Production du cuivre brut, du zinc, de l'étain, du nickel et de l'antimoine dans le monde de 1890 à 1896.....	350
Statistique de l'industrie minérale du Canada en 1896.....	450
Les gîtes d'or de la Klondike River.....	451
Statistique de l'industrie minérale de l'Allemagne et du Luxembourg en 1895 et en 1896.....	587
Statistique de l'industrie minérale de la Bavière en 1896.....	588
Actes de courage et de dévouement: accidents survenus dans les mines et carrières.....	658
Statistique de l'industrie minérale de la Belgique en 1896.....	660

Législation étrangère.

Colonie Allemande de l'Afrique orientale.....	455
---	-----

BIBLIOGRAPHIE.

Deuxième semestre de 1897.

Ouvrages français.....	667
Ouvrages anglais.....	684
Ouvrages américains.....	690
Ouvrages allemands.....	691
Ouvrages suisses.....	696
Ouvrages hollandais.....	697
Ouvrages russes.....	697
Ouvrages espagnols.....	697
Ouvrages italiens.....	697

Liste des échanges autorisés entre les <i>Annales des Mines</i> et les publications françaises et étrangères.....	707
---	-----

EXPLICATION DES PLANCHES

DU TOME DOUZIÈME.

-
- Pl. I, II et III. — Travaux de recherches exécutés à Meymac.
Pl. IV. — Remarques et expériences à l'occasion d'un manque d'eau dans un générateur de vapeur.
Pl. V. — Carte des gîtes minéraux de la Corse.
Pl. VI. — Enclenchements entre leviers servant à la manœuvre des signaux, aiguilles, etc., des chemins de fer.
Pl. VII. — Sources minérales de Pougues.
Pl. VIII, IX et X. — Accidents d'appareils à vapeur survenus pendant l'année 1896.
-

TOURS

IMPRIMERIE DESLIS FRÈRES

6, rue Gambetta

LOIS, DÉCRETS ET ARRÊTÉS

CONCERNANT

LES MINES, CARRIÈRES, SOURCES D'EAUX MINÉRALES,
CHEMINS DE FER EN EXPLOITATION, ETC.

Décret du Président de la République, du 14 octobre 1897, acceptant la renonciation à la concession des mines de plomb, zinc et autres métaux associés dans les mêmes gîtes, d'ARDOIX-ET-TALENCIEUX (Ardèche).

Le Président de la République française,
Sur le rapport du ministre des travaux publics

Vu la demande présentée, le 17 octobre 1896, par M. Létrange, à l'effet d'être autorisé à renoncer à la concession des mines de plomb, zinc et autres métaux associés dans les mêmes gîtes d'Ardoix-et-Talencieux, située sur le territoire des communes de Sarras, Ardoix, Talencieux, Vernosc, Eclassan, Audance et Ozon, département de l'Ardèche ;

Le certificat du conservateur des hypothèques, titre de propriété et autres pièces, versés au dossier de ladite demande ;

L'avis au public, du 3 novembre 1896 ;

Les numéros du journal *l'Ardèche Républicaine* des 18 novembre et 18 décembre 1896 et du *Journal officiel* des 4 mars et 8 avril 1897, dans lesquels ledit avis a été inséré ; ensemble les certificats d'affiches et de publications ;

Les rapport et avis des ingénieurs des mines, des 30 avril-14 juin 1897 ;

L'avis du préfet du département de l'Ardèche, du 21 juin 1897 ;

L'avis du conseil général des mines, du 23 juillet 1897 ;

Vu la loi du 21 avril 1810, modifiée par la loi du 27 juillet 1880 ;

Vu le décret du 6 mai 1811 ;

DÉCRETS, 12^e livraison, 1897.

30

Vu le décret du 2 novembre 1867 (*), portant institution de la concession d'Ardoix-et-Talencieux ;

Le conseil d'État entendu,

Décède :

Art. 1^{er}. — Est acceptée la renonciation de M. Létrange à la concession des mines de plomb, zinc et autres métaux associés dans les mêmes gîtes, d'Ardoix-et-Talencieux, instituée par décret du 2 novembre 1867, sur le territoire des communes de Sarraz, Ardoix, Talencieux, Vernosc, Eclassan, Audance et Ozon, département de l'Ardèche.

Art. 2. — Le ministre des travaux publics est chargé de l'exécution du présent décret qui sera inséré, par extrait, au *Bulletin des Lois*.

Fait à Paris, le 14 octobre 1897.

FÉLIX FAURE.

Par le Président de la République :

Le Ministre des travaux publics,

TURREL.

Décret du Président de la République, du 14 octobre 1897, portant règlement d'administration publique pour l'exécution de la loi du 27 décembre 1895, relative aux caisses de retraite, de secours et de prévoyance fondées au profit des employés et ouvriers.

Le Président de la République française,

Sur le rapport du ministre du commerce, de l'industrie, des postes et des télégraphes, du ministre des finances et du ministre de la justice,

Vu la loi du 27 décembre 1895 (**), concernant les caisses de retraite, de secours et de prévoyance fondées au profit des employés et ouvriers ;

Vu spécialement l'article 6 de ladite loi, ainsi conçu :

« Art. 6. — Un règlement d'administration publique déterminera le mode de nomination du mandataire et les conditions suivant lesquelles seront effectués le dépôt et le retrait des sommes

(*) Volume de 1867. p. 373.

(**) Volume de 1895, p. 520.

et valeurs appartenant ou affectées aux institutions de prévoyance.

« Il déterminera de même le mode de liquidation des droits acquis et des droits éventuels, ainsi que le mode de restitution aux intéressés » ;

Vu l'avis de la commission consultative des caisses syndicales et patronales de retraite, de secours et de prévoyance, instituée par décret du 10 janvier 1896 ;

Le conseil d'État entendu,

Décète :

TITRE I.

DES CONDITIONS DE DÉPÔT ET DE RETRAIT DES SOMMES OU VALEURS ET DU MODE DE NOMINATION DU MANDATAIRE.

Art. 1^{er}. — Les dépôts des fonds affectés aux institutions de prévoyance qui sont effectués à la Caisse des dépôts et consignations, par application des articles 2 et 3 de la loi du 27 décembre 1895, peuvent être faits soit en numéraire, soit en valeurs.

Art. 2. — Lors de l'ouverture de chaque compte, le directeur général de la Caisse des dépôts et consignations fixe, après délibération de la commission de surveillance, la somme au-delà de laquelle le solde créditeur en numéraire doit être converti en valeurs. Dès que ce maximum est dépassé, la Caisse peut mettre le déposant en demeure de déterminer l'emploi en valeurs de l'excédent.

A défaut de déclaration dans le délai d'un mois par le déposant sur la nature des valeurs à acquérir, la caisse peut faire d'office emploi de l'excédent en rente 3 p. 100 perpétuelle, aux frais, risques et périls de l'intéressé.

Les dépôts correspondant aux retenues subies ou aux subventions consenties pour une institution de prévoyance, antérieurement au 1^{er} janvier 1896, doivent être intégralement effectuées en valeurs.

Art. 3. — Si les valeurs déposées sont nominatives, la Caisse dénonce le dépôt au Trésor ou aux sociétés, compagnies ou établissements dont elles émanent, en mentionnant l'affectation légale qui en résulte.

Cette dénonciation faite, il ne peut plus être effectué de transfert, mutation ou délivrance de duplicata de titres que sur production d'une mainlevée de la Caisse des dépôts et consignations.

Art. 4. — Les sommes versées et les valeurs déposées à la Caisse des dépôts et consignations sont reçues au lieu où l'exploitation a son siège principal : pour Paris et le département de la Seine, à la caisse générale ; pour les autres départements, aux caisses des trésoriers-payeurs généraux, des receveurs particuliers et des percepteurs préposés de la Caisse des dépôts et consignations.

Chaque versement ou dépôt donne lieu à la délivrance d'un récépissé établi au nom du déposant dans les conditions déterminées par la loi du 24 décembre 1896.

Les préfets et sous-préfets mentionnent le nombre et la nature des valeurs comprises en chaque récépissé sur le registre spécial visé par l'article 3 du décret du 15 décembre 1875.

Les valeurs sont centralisées à Paris entre les mains du caissier général, qui en a la garde et la responsabilité.

Art. 5. — Moyennant remboursement des frais de courtage et de timbre, la Caisse des dépôts et consignations fait, à la demande et pour le compte des déposants, les emplois des sommes affectées aux institutions de prévoyance en achats de valeurs énumérées à l'article 3 de la loi.

Dans les mêmes conditions et sur la remise de procurations régulières, elle fait procéder aux aliénations de valeurs, ainsi qu'à leur transfert en cas de cession d'entreprise.

Les versements complémentaires nécessaires pour libérer les valeurs déposées ne sont effectués par la Caisse des dépôts et consignations qu'autant que des provisions ont été faites ou que les ressources disponibles au compte ont été affectées à cet emploi par le déposant.

La Caisse des dépôts et consignations est chargée de recevoir aux échéances les arrérages ou intérêts dus sur les valeurs déposées. Elle encaisse, s'il y a lieu, les sommes provenant du remboursement total ou partiel des titres et des lots ou primes attribués.

Art. 6. — Il est tenu par la Caisse, au nom de chaque institution de prévoyance, un compte courant spécial comprenant les sommes versées ou encaissées. Ce compte est réglé en capital et intérêts au 31 décembre de chaque année. Les intérêts annuels sont capitalisés à cette date ; ils ne sont liquidés et payés en cours d'année que sur demande spéciale et pour un compte intégralement soldé.

Les recettes sont imputées au compte courant, valeur au dernier jour de la dizaine ; les dépenses, valeur au premier jour de la dizaine pendant laquelle elles sont effectuées.

Art. 7. — Le retrait des sommes et valeurs existant au compte d'une institution de prévoyance ne peut être opéré que sur la demande et la quittance des personnes qui, d'après les statuts ou le règlement de l'institution, sont chargées de sa gestion.

Dans tous les cas, chaque retrait effectué doit être porté à la connaissance des intéressés par voie d'avis placardés à tous les sièges de l'entreprise.

La demande de retrait est adressée : à Paris, au directeur général de la Caisse des dépôts et consignations ; dans les départements, au préposé qui a reçu le dépôt. Il y est donné suite dans les dix jours de la réception de la demande.

Art. 8. — Sur la demande faite dans les mêmes conditions, la Caisse des dépôts et consignations opère directement le transfert à la caisse nationale des retraites pour la vieillesse des sommes à imputer aux comptes individuels des ayants droit.

Les versements prévus au paragraphe précédent ainsi qu'à l'article 16 du présent décret et au paragraphe 2 de l'article 3 de la loi ne sont pas soumis à la limite de 500 francs assignée par la loi du 26 juillet 1893 aux sommes versées dans une année au compte de la même personne.

Art. 9. — Les dépôts et les retraits de sommes ou valeurs dans les caisses syndicales et patronales ne peuvent être effectués que dans les conditions prévues par les statuts de ces caisses approuvés par les décrets d'autorisation visés au deuxième alinéa de l'article 3 de la loi.

Art. 10. — Lorsque, par application de l'article 5 de la loi, plusieurs des intéressés veulent constituer un mandataire unique pour les représenter devant les tribunaux civils, ils présentent à cet effet, au juge de paix du canton dans lequel est situé le siège principal de l'exploitation, une requête signée de chacun d'eux et indiquant la nature et les circonstances du différend, ainsi que les noms, prénoms, emplois et domiciles de tous les signataires. Ils joignent à cette requête une formule de mandat spécial sur papier libre.

Dans les dix jours de la réception de la requête, et si cette requête ne porte point désignation unanime d'un mandataire, le juge de paix fait afficher à la mairie du siège principal de l'exploitation la date fixée par lui pour le dépouillement des mandats individuels des requérants. Chacun d'eux, sur une formule du

modèle joint à la requête, adresse au juge de paix, pour la date fixée et sous pli fermé, un mandat rempli et signé par lui.

Le juge de paix fait procéder au dépouillement et à l'émargement des mandats en audience publique et proclame mandataire collectif pour ester en justice la personne désignée par la majorité absolue des mandants. Il lui délivre une expédition du procès-verbal des opérations, qui lui tient lieu de mandat collectif.

TITRE II.

DU MODE DE LIQUIDATION DES DROITS ACQUIS ET DES DROITS ÉVENTUELS.

Art. 11. — En ce qui concerne les dépôts effectués au profit des institutions de retraite, la liquidation des droits acquis et des droits éventuels, dans les conditions prévues par l'article 4 de la loi, est effectuée au prorata du capital constitutif des pensions, calculé d'après la table de mortalité et le taux d'intérêt qui sont en vigueur à la Caisse nationale des retraites pour la vieillesse au moment de la liquidation.

Art. 12. — Le capital constitutif d'une pension en cours de service est la somme qu'il faudrait aliéner pour constituer, à l'âge du titulaire, une rente viagère immédiate égale à la pension servie.

Art. 13. — Le capital constitutif d'une pension en cours de formation est la somme qu'il faudrait aliéner pour constituer, à l'âge du titulaire, une rente viagère différée proportionnelle à la pension qu'il aurait obtenue au moment de sa mise à la retraite, d'après les statuts ou règlements de l'institution à liquider, ou, à défaut, d'après les précédents de cette institution.

Art. 14. — Si l'institution de retraite comporte réversibilité totale ou partielle des pensions ou s'il est intervenu une des conventions visées par le dernier alinéa de l'article 3 de la loi, la liquidation s'opère d'après les mêmes principes.

Art. 15. — En ce qui concerne les dépôts affectés à une institution de secours ou de prévoyance, il y a droit acquis jusqu'à concurrence des allocations qui, au moment de la liquidation, seraient dues au titulaire d'après les statuts, règlements ou usages de l'institution.

Le droit éventuel de chaque participant dans une institution de secours est représenté par une somme égale aux cotisations acquittées par lui pendant les douze mois qui ont précédé la liquidation et aux subventions correspondantes.

Art. 16. — Lorsque la liquidation du gage a été homologuée judiciairement, la Caisse dépositaire se dessaisit, soit par transfert à la Caisse nationale des retraites pour la vieillesse en vue de la constitution d'une rente viagère, dans les conditions et à l'époque d'entrée en jouissance que déterminent les intéressés, conformément aux lois et décrets qui régissent cet établissement, soit par voie de versement direct aux intéressés s'ils en font la demande écrite.

Art. 17. — Le ministre du commerce, de l'industrie, des postes et des télégraphes, les ministres des finances et de la justice sont chargés, chacun en ce qui le concerne, de l'exécution du présent décret, qui sera publié au *Journal officiel* de la République française et inséré au *Bulletin des lois*.

Fait à Paris, le 14 octobre 1897.

FÉLIX FAURE.

Par le Président de la République :

*Le Ministre du commerce, de l'industrie,
des postes et des télégraphes,
Henry BOUCHER.*

*Le Ministre des finances,
Georges COCHERY.*

*Le Garde des sceaux,
Ministre de la justice et des cultes,
J. DARLAN.*

Décision ministérielle, du 18 octobre 1897, approuvant le procès-verbal de l'adjudication prononcée, après déchéance (), le 30 septembre 1897, en faveur de M. SOREL, au prix de 320 francs, de la concession des mines de plomb argentifère de SAINT-SANTIN-CANTALÈS (Cantal).*

(*) Arrêté ministériel du 5 octobre 1895 (Volume de 1895, p. 431).

Décision ministérielle, du 19 octobre 1897, approuvant le procès-verbal de l'adjudication prononcée après déchéance (), le 15 septembre 1897, en faveur de M. LULLIN, au prix de 4.540 francs, de la concession des mines d'anthracite de SAINT-BARTHÉLEMY-DE-SÉCHILLENNE (Isère).*

*Décret du Président de la République, du 29 octobre 1897, portant que la Convention internationale de Berne du 14 octobre 1890 (**) et l'arrangement additionnel du 16 juillet 1893 (***), ainsi que leurs annexes, pour les transports de marchandises par chemin de fer, recevront leur pleine et entière exécution en ce qui concerne les relations de la France et du Danemark.*

(*) Arrêté ministériel du 18 juin 1893 (Volume de 1895, p. 315).

(**) Volume de 1894, p. 30.

(***) Volume de 1896, p. 6.

CIRCULAIRES ET INSTRUCTIONS

ADRESSÉES

AUX PRÉFETS, AUX INGÉNIEURS DES MINES, ETC.

CHEMINS DE FER. — SERVICE DES CHEFS DE GARE ET DES MÉCANICIENS
ET CHAUFFEURS. — EXÉCUTION DE LA CIRCULAIRE MINISTÉRIELLE DU
30 JUILLET 1896.

A Messieurs les Administrateurs de la Compagnie d

Paris, le 11 octobre 1897.

Messieurs, j'ai fait examiner par le comité de l'exploitation technique des chemins de fer les réponses faites par les compagnies de chemins de fer à la circulaire ministérielle du 30 juillet 1896 (*), qui les avait invitées à prendre diverses mesures en vue d'assurer aux chefs de station et aux mécaniciens et chauffeurs le plein effet des prescriptions administratives qui ont limité la durée du travail de ces agents et ont fixé le repos minimum à leur accorder.

Le comité a constaté que quelques compagnies seulement ont présenté des observations au sujet des prescriptions de la circulaire en question et qu'elles se sont déclarées prêtes à s'y conformer sans restriction. Il lui a paru qu'il n'y avait lieu de retenir de ces observations que celles relatives aux inconvénients que pourrait présenter l'affichage, dans les dépôts et les bureaux des agents des gares, des extraits des comptes rendus mensuels des dérogations aux règles posées par les circulaires des 4 mai et 6 novembre 1894 (**).

J'ai l'honneur de vous informer que, d'après l'avis du comité, je consens au retrait de la disposition du 7° de la circulaire du 30 juillet 1896 prescrivant cet affichage.

En outre, pour tenir compte de certaines sujétions de l'explo-

(*) Volume de 1896, p. 423.

(**) Volume de 1894, p. 312 et 527.

tation, j'admets que la durée maxima du repos ininterrompu des agents des gares pourra être inférieure à sept heures, mais après une autorisation spéciale du ministre et seulement lorsque les conditions particulières de leurs services justifieront cette dérogation à la règle générale.

Veuillez, je vous prie, m'accuser réception de la présente circulaire.

Recevez, etc.

Le Ministre des travaux publics,
TURREL.

JURISPRUDENCE.

CAISSES DE SECOURS ET DE PRÉVOYANCE D'OUVRIERS MINEURS. — OUVRIER BLESSÉ. — ASSISTANCE JUDICIAIRE. — (Affaire Roux contre Marsaut.)

I. — *Jugement rendu, le 23 décembre 1896, par le tribunal civil d'Alais.*

(EXTRAIT.)

Attendu que Roux a assigné Marsaut, en sa double qualité de président de la caisse de secours et de celle des blessés de la C^{ie} houillère de Bessèges, en usant du bénéfice de l'assistance judiciaire concédé par la loi du 29 juin 1894;

Attendu que le défendeur soutient que la demande est irrecevable, parce que Roux a bénéficié à tort de l'assistance judiciaire et que la procédure qui s'y rapporte doit être annulée comme entachée d'irrégularité ;

Attendu, en ce qui concerne l'exception proposée, que la qualité d'assisté judiciaire, indûment prise ou étendue au-delà des limites prévues, soit par la loi, soit par la décision de l'autorité compétente, ne saurait vicier de nullité des actes régulièrement faits à tous égards et détruire une procédure remplissant toutes les conditions exigées par la nature même de la demande ;

Que l'exploit introductif d'instance a été valablement visé en débet et se trouve, dès lors, parfaitement régulier ; que, s'il appartient aux agents du Trésor, dans un intérêt purement fiscal, de rechercher l'irrégularité du visa ou d'exercer des droits de répétition, ces poursuites ne sauraient, en aucun cas, influencer sur la validité de la procédure (Cass., 12 mars 1839 ; — Nancy, 24 janvier 1891 ; — tribunal de Bellac, 30 août 1860) ;

Attendu, au surplus, que les exceptions sont limitées par la loi et ne doivent pas être étendues ; qu'aux termes de l'article 1030 du code de procédure civile, aucun exploit ne peut être déclaré nul, si la nullité n'en est pas formellement prononcée par la loi :

que, dans ces conditions, l'exception, soulevée par le défendeur, ne saurait être accueillie ;

Attendu que M^e de Miremont, avoué du défendeur, déclarant n'avoir pas mission de conclure au fond, il y a lieu de donner défaut contre lui ;

Attendu que, les parties étant contraires en fait, il y a lieu de constituer une expertise médicale pour l'examen et la visite de Roux, la description de son état et la recherche de la catégorie dans laquelle le classent ses blessures ou son infirmité ;

Attendu que les dépens doivent être réservés en fin de cause.

Par ces motifs :

Le tribunal jugeant en premier ressort et matière ordinaire, où le ministère public en ses conclusions orales, rejette comme injuste et mal fondée l'exception d'irrecevabilité soulevée par Marsaut ès-qualités ; au fond donne défaut contre M^e de Miremont, avoué, faute de conclure, et avant dire droit à la demande, désigne, à défaut, par les parties, de convenir amiablement d'autres experts dans les trois jours qui suivront la signification du présent jugement, MM. N..., N... et N..., médecins à Alais, experts, à l'effet, serment préalablement prêté entre les mains du président ou du dévolutaire : 1^o de visiter Roux ; 2^o de décrire son état ; dire s'il est ou non infirme, s'il peut se livrer à son ancienne profession de mineur ; 3^o s'il peut encore faire un travail rémunérateur et exigeant la station debout et une certaine force physique ; ou si, au contraire, il ne peut se livrer qu'à un travail léger ;

Dit que les experts devront déposer au greffe leur rapport dans les trois mois qui suivront le jour de leur prestation de serment et que, faute par eux de ce faire, il seront remplacés par ordonnance du président rendue sur requête ; dit, en outre, qu'en cas d'empêchement ou de non-acceptation d'un ou des experts, il sera pourvu à son remplacement de la même manière.

II. — Arrêt rendu, le 3 avril 1897, par la cour d'appel de Nîmes.

(EXTRAIT.)

Attendu que Roux, ouvrier blessé au service de la C^{ie} houillère de Bessèges, le 21 février 1896, a assigné, le 22 octobre

suivant, M. Marsaut, directeur, en sa double qualité de président de la caisse de secours et de président de la caisse des blessés ;

Attendu que les termes précis de l'article 20 des statuts de la société de secours, réorganisés en conformité de la loi du 29 juin 1894 et approuvés par le ministre des travaux publics en date du 25 juillet 1895, établissent clairement que la caisse de cette société ne fournira aucun secours à tout participant blessé au travail dans les chantiers de la compagnie ; que c'est, dès lors, sans droit que Roux, agissant comme ouvrier blessé, a visé Marsaut pris en qualité de président de la société de secours et a introduit son instance sous le bénéfice de l'assistance judiciaire accordée de droit, par la loi précitée, aux ouvriers plaidant contre les sociétés de secours ;

Attendu, cependant, que la qualité d'assisté judiciaire induit prise ou étendue au-delà des limites prévues par la loi, ne saurait vicier la procédure qui en a été la suite régulière et qu'il y a lieu d'examiner le mérite de l'action dirigée par Roux contre Marsaut, pris cette fois en qualité de président de la caisse des blessés ;

Attendu que le règlement de cette caisse, élaboré en 1887 et *relatif aux dispositions et aux libéralités de la C^{ie} houillère de Bessèges, en faveur des victimes d'accident dans ses travaux*, est connu des ouvriers de la compagnie dès leur entrée dans ses chantiers ; qu'il constitue une véritable offre de libéralité que tout ouvrier a le droit d'accepter, mais telle quelle et tant que la compagnie ne l'aura pas retirée ;

Attendu que l'appelant ne refuse point au demandeur de le faire bénéficier des dispositions dudit règlement, mais qu'il soutient qu'en l'état Roux est sans qualité, puisqu'il a refusé de signer une feuille qui en acceptait les statuts, ainsi que la décision des médecins devant déterminer l'indemnité ou la pension à laquelle il pourrait avoir droit ;

Attendu que l'analyse de ces statuts et le but poursuivi par la compagnie justifient cette prétention ; que ladite caisse est, en effet, uniquement alimentée par les libéralités de la compagnie ; que les fonds qui la composent sont expressément réservés à ceux qui accepteront purement et simplement les conditions ci-dessous spécifiées, réglant préalablement et amiablement tous les dommages survenus dans les travaux d'une manière quelconque et pour quelque cause que ce soit (art. 1^{er}) ; qu'après avoir ainsi posé le principe d'un règlement amiable, l'article 10 en fixe et organise la procédure en ces termes : *après guérison, s'il y a*

incapacité permanente de travail résultant de la blessure, les médecins de la compagnie, autant que celui qui a soigné le blessé, détermineront l'indemnité ou la pension à laquelle il peut avoir droit, conformément au présent règlement et au tarif annexé ;

Attendu que le but de la compagnie consiste donc à offrir des dommages-intérêts à ses ouvriers blessés en dehors de tous frais de justice, et cela, autant dans son propre intérêt que dans celui des ouvriers, puisque le chiffre des indemnités et pensions varie selon l'état de prospérité ou de gêne de la caisse des blessés ;

Attendu que la signature demandée à Roux ou à ses représentants légaux, si son état de minorité n'avait pris fin, n'avait d'autre signification que d'accepter lesdits statuts et le règlement amiable qui en est le corollaire indispensable aux yeux de la compagnie ; que cette condition mise à son offre, n'ayant rien de contraire à l'ordre public, mérite d'être remplie, et que Roux, ayant refusé de s'y soumettre, aucun lien de droit n'existe entre ce dernier et la caisse des blessés.

Par ces motifs :

La cour, parties ouïes et le ministère public,

Disant droit à l'appel de Marsaut pris en sa qualité de président de la caisse des blessés ;

Réforme le jugement entrepris rendu par le tribunal d'Alais à la date du 23 décembre 1896 ;

Déclare irrecevable pour défaut de qualité l'action dirigée par Roux contre Marsaut pris en sa double qualité de président de la caisse de secours et de président de la caisse des blessés ;

Condamne Roux à tous les dépens de première instance et d'appel.

CONSEIL D'ÉTAT.

DÉLÉGUÉS A LA SÉCURITÉ DES OUVRIERS MINEURS.

Décision au contentieux, du 30 octobre 1897, annulant un arrêté du conseil de préfecture du département des Ardennes du 19 décembre 1896. — (Élection du s^r AUBRY-LOUDART; — circonscription de l'ardoisière SAINT-QUENTIN, à RIMOGNE).

(EXTRAIT.)

Vu la requête présentée par le s^r Aubry-Oudart, surveillant de travaux à l'ardoisière Truffy, à Rimogne, ladite requête enregistrée au secrétariat de la préfecture des Ardennes, le 22 décembre 1896, et tendant à ce qu'il plaise au conseil annuler un arrêté, en date du 19 décembre 1896, par lequel le conseil de préfecture du département des Ardennes, statuant sur la protestation formée par le s^r Marchand contre les opérations électorales auxquelles il a été procédé le 29 novembre 1896, dans la circonscription de l'ardoisière Saint-Quentin à Rimogne, pour la nomination d'un délégué à la sécurité des ouvriers mineurs, a annulé son élection ;

Ce faisant, attendu que c'est à tort que le conseil de préfecture l'a considéré comme inéligible; qu'il est ancien ouvrier et réunit les conditions exigées par le § 2 de l'article 6 de la loi du 8 juillet 1890 pour être délégué mineur;

Proclamer son élection valable;

Vu la lettre en date du 18 mars 1897, par laquelle le préfet des Ardennes fait connaître que le s^r Marchand, auteur de la protestation, à qui le présent pourvoi a été communiqué, n'a présenté aucune défense;

Vu les observations présentées par le ministre des travaux publics en réponse à la communication qui lui a été donnée du pourvoi, lesdites observations enregistrées au secrétariat du contentieux du conseil d'État, le 8 mai 1897;

Vu les autres pièces produites et jointes au dossier;

Vu la loi du 8 juillet 1890;

Oùï M. Bazin, auditeur, en son rapport;

Ouï M. Saint-Paul, maître des requêtes, commissaire du gouvernement en ses conclusions ;

Considérant qu'il résulte de l'instruction que le s^r Aubry est ancien ouvrier mineur ; qu'il a travaillé pendant plus de cinq ans dans la circonscription de l'ardoisière de Saint-Quentin et qu'il n'y a pas dix ans qu'il a cessé d'y travailler ; que, dès lors, il remplissait toutes les conditions exigées des anciens ouvriers par l'article 6, § 2, de la loi du 8 juillet 1890 pour être éligible aux fonctions de délégué mineur dans cette circonscription ; que si, au moment de l'élection, il était employé comme surveillant dans une circonscription dépendant d'un autre exploitant, il ne résulte d'aucune disposition de loi que cette circonstance le rende inéligible dans la circonscription de l'ardoisière de Saint-Quentin ; que, dès lors, c'est à tort que le conseil de préfecture a annulé son élection.

Décide :

Art. 1^{er}. — L'arrêté susvisé du conseil de préfecture du département des Ardennes est annulé.

Art. 2. — L'élection du s^r Aubry comme délégué à la sécurité des ouvriers mineurs, dans la circonscription de l'ardoisière de Saint-Quentin, est déclarée valable.

Art. 3. — Expédition de la présente décision sera transmise au ministre des travaux publics.

PERSONNEL.

Ingénieurs.

CONGÉS ILLIMITÉS.

Arrêté du 11 octobre 1897. — **M. Amiot**, Ingénieur en Chef de 2^e classe, en congé renouvelable au service de la C^{ie} des chemins de fer de Paris à Lyon et à la Méditerranée, en qualité d'Ingénieur en Chef adjoint à la Direction, est placé, sur sa demande, dans la position de congé illimité.

Arrêté du 11 octobre. — **M. Carcanagues**, Ingénieur en Chef de 2^e classe, en congé renouvelable au service de la C^{ie} des chemins de fer de Paris à Lyon et à la Méditerranée, en qualité d'Ingénieur principal de la traction, est placé, sur sa demande, dans la position de congé illimité.

Arrêté du 11 octobre. — **M. Lunyt**, Ingénieur ordinaire de 2^e classe, en congé renouvelable au service de la C^{ie} des chemins de fer de Paris à Lyon et à la Méditerranée, en qualité de Sous-Chef de l'exploitation, est placé, sur sa demande, dans la position de congé illimité.

Arrêté du 26 octobre. — **M. Heurteau**, Ingénieur en Chef de 1^{re} classe, en congé renouvelable en qualité de Directeur de la C^{ie} des chemins de fer d'Orléans, est placé, sur sa demande, dans la situation de congé illimité.

Arrêté du 30 octobre. — Les Ingénieurs en Chef et ordinaires dont les noms suivent, précédemment mis en congé renouvelable, sont placés, sur leur demande, dans la situation de congé illimité, savoir :

M. de Curières de Castelnau, Ingénieur en Chef de 1^{re} classe, Ingénieur-Conseil de la C^{ie} des mines de la Grand'Combe ;

M. Lévy (Léon), Ingénieur en Chef de 2^e classe, Directeur de la C^{ie} des forges de Châtillon-Commentry et Neuves-Maisons ;

M. Rolland, Ingénieur en Chef de 2^e classe, Directeur de la Société d'études pour la construction d'une voie ferrée de Biskra à Ouargla et prolongements ;

M. Voisin, Ingénieur en Chef de 2^e classe, Directeur de la C^{ie} des mines de Roche-la-Molière et Firminy ;

M. de Billy, Ingénieur ordinaire de 2^e classe, Ingénieur-Conseil du Crédit Lyonnais ;

M. Boutan, Ingénieur ordinaire de 1^{re} classe, Ingénieur-Conseil de la Société nouvelle de Kébao ;

M. Maitre, Ingénieur ordinaire de 2^e classe, Ingénieur au service des usines métallurgiques de Morvillars ;

M. Soubeiran, Ingénieur ordinaire de 1^{re} classe, Ingénieur-Conseil des C^{ies} des mines de Bruay et de l'Escarpelle.

DÉCISIONS DIVERSES.

Décision du 1^{er} octobre 1897. — **M. Ledoux**, Ingénieur en Chef de 1^{re} classe, cesse, sur sa demande, d'être chargé des fonctions de Professeur du cours d'Exploitation des Mines, à l'École nationale supérieure des Mines.

Arrêté du 19 octobre. — **M. Pellé**, Ingénieur ordinaire de 1^{re} classe, chargé du sous-arrondissement minéralogique de Paris et attaché, en outre, au service de l'Inspection des carrières du département de la Seine, est nommé Professeur du cours d'Exploitation des Mines, en remplacement de **M. Ledoux**.

M. Pellé conserve d'ailleurs ses attributions actuelles.

CHEMINS DE FER EN EXPLOITATION.

Décision du 2 octobre 1897. — Le service du Contrôle de l'exploitation de la ligne de Lannemezan à Arreau (réseau du Midi) est rattaché, savoir :

I. — Pour le Contrôle de la voie et des bâtiments :

Au 1^{er} arrondissement d'Ingénieur ordinaire des Ponts et Chaussées, à Bordeaux ;

II. — Pour le Contrôle de l'exploitation technique :

Au 1^{er} arrondissement d'Ingénieur ordinaire des Mines, à Bordeaux ;

III. — Pour le Contrôle de l'exploitation commerciale :

A la 2^e circonscription d'Inspecteur particulier, à Toulouse

IV. — Pour la Surveillance administrative :

Au Commissariat de Montréjeau.

EXPOSITION UNIVERSELLE DE 1900.

Par arrêté du Ministre du Commerce, de l'Industrie, des Postes et Télégraphes, en date du 7 octobre 1897, ont été nommés membres des Comités d'admission, les membres du corps des Mines dont les noms suivent :

Poincaré,	Ing. en chef,	Classe 3 (<i>Enseignement supérieur</i>).
Cornu,	d°	d° 15 (<i>Instruments de précision</i>).
Lallemand,	d°	
Michel Lévy,	d°	
Olry,	d°	d° 19 (<i>Machines à vapeur</i>).
Sauvage,	d°	
Walckenaer,	Ingén. ordin.,	
Lorieux,	Inspect. gén.,	d° 20 (<i>Machines motrices diverses</i>).
Worms de Romilly,	d° (*)	
Potier,	Ing. en chef,	
Soubeyran,	Ingén. ordin.,	d° 28 (<i>Matériaux, Matériel et procédés du Génie civil</i>).
Clérault,	Ing. en chef,	d° 32 (<i>Matériel des chemins de fer et tramways</i>).
Heurteau,	d°	
Noblemaire,	d° (**)	
Orsel,	Inspect. gén.,	
Vicaire,	d°	
Aguillon,	d°	d° 62 (<i>Exploitation des mines, minières et carrières</i>).
Bertrand,	Ing. en chef,	
Carnot,	Inspect. gén.,	
de Castelnau,	Ing. en chef,	
Haton de la		
Goupillière,	Inspect. gén.,	
de Launay,	Ingén. ordin.,	
Le Chatelier,	Ing. en chef,	
Ledoux,	d°	
Parran,	d° (**)	
Tauxin,	d°	

(*) Compris dans une liste complémentaire postérieure.

(**) En retraite.

Le Verrier,	Ing. en chef,	}	Classe 63 (<i>Grosse métallurgie</i>).
Lévy (Léon),	d°		
Lodin,	d°		
Rolland,	d°		d° 64 (<i>Petite métallurgie</i>).
Keller,	Inspect. gén.,		d° 101 (<i>Rémunération du travail</i>).
Fontaine,	Ingén. ordin.,		d° 102 <i>Grande et petite industrie, syndicats professionnels</i>).
Bellom,	d°	}	d° 104 (<i>Sécurité des ateliers, réglementation du travail</i>).
Linder,	Inspect. gén.,		
Nivoit,	d°		

LOIS, DÉCRETS ET ARRÊTÉS

CONCERNANT

LES MINES, CARRIÈRES, SOURCES D'EAUX MINÉRALES
CHEMINS DE FER EN EXPLOITATION, ETC.

Arrêté ministériel, du 6 novembre 1897, modifiant l'article 7 de l'arrêté du 2 février 1893, relatif aux brevets des mécaniciens, de la marine marchande.

(EXTRAIT.)

Le port de Toulon sera compris au nombre des centres indiqués par l'article 7 de l'arrêté du 2 février 1893(*), pour les examens des candidats au brevet de mécanicien de la marine marchande.

Décret du Président de la République, du 12 novembre 1897, portant rejet de la demande de M^{me} V^o PASSIER, M. Georges PASSIER et M. Paul LÉOTARD en concession de mines de pyrite de fer, manganèse et autres minerais connexes, dans les communes de LA ROCHE-MIL-LAY, CHIDDES et VILLAPOURÇON (Nièvre).

Arrêté ministériel, du 12 novembre 1897, portant règlement pour le transport par chemins de fer des matières dangereuses (explosibles, inflammables, vénéneuses, etc.) et des matières infectes.

Les ministres des travaux publics, de la guerre et des finances,
Vu la loi du 15 juillet 1845(**) sur la police des chemins de
fer ;

*) Volume de 1893, p. 36.

**) *Annales des Mines*, 2^e volume de 1845, p. 812.

Vu les articles 24 et 66 de l'ordonnance du 15 novembre 1846(*) sur la police, la sûreté et l'exploitation des chemins de fer;

Vu la loi du 8 mars 1875(**) qui a autorisé la fabrication de la dynamite par l'industrie privée;

Vu le décret du 24 août 1875(**) portant règlement d'administration publique pour l'exécution de cette loi;

Vu l'arrêté du 10 janvier 1879(***) relatif au transport de la dynamite sur les voies ferrées;

Vu l'arrêté du 27 mai 1887(***) relatif au transport des matières infectes;

Vu l'arrêté du 9 janvier 1888(***) relatif au transport des poudres de guerre, de mine ou de chasse et des munitions de guerre;

Vu l'arrêté, en date également du 9 janvier 1888(***) relatif au transport des matières inflammables ou explosibles, autres que les poudres et la dynamite;

Vu les arrêtés et circulaires qui ont modifié ou complété les quatre arrêtés susvisés;

Vu les décrets des 1^{er} janvier et 22 novembre 1896(****) portant promulgation de l'arrangement additionnel à la Convention internationale du 14 octobre 1890(****) concernant le transport des marchandises par chemin de fer, signé à Berne le 16 juillet 1895;

Vu les avis du comité de l'exploitation technique et de la Commission militaire supérieure des chemins de fer, ainsi que de la commission des substances explosives;

Les compagnies de chemins de fer entendues,
Arrêtent :

TITRE I.

DISPOSITIONS GÉNÉRALES.

Art. 1^{er}. — Le transport de la nitroglycérine et celui des fulminates autres que le fulminate de mercure sont absolument interdits sur les chemins de fer, sauf l'exception prévue à l'article 77 pour les pois fulminants.

(*) *Annales des Mines*, 2^e volume de 1846, p. 814.

(**) Volume de 1875, p. 117 et 145.

(***) Volumes de 1879, p. 6; de 1887, p. 201; de 1888, p. 11 et 20.

(****) Volume de 1896, p. 5 et 571.

(*****) Volume de 1894, p. 30.

Art. 2. — Le transport pourra être refusé provisoirement pour les matières dangereuses non classées ci-après, sauf, pour les intéressés, à en référer au ministre des travaux publics.

TITRE II.

CLASSIFICATION.

Art. 3. — Sous la réserve des dispositions des articles 1 et 2 ci-dessus, les matières explosibles, inflammables, vénéneuses ou infectes sont classées, au point de vue des précautions à prendre pour leur transport sur les voies ferrées, en six catégories, savoir : les matières explosibles et inflammables dans les quatre premières catégories, les matières vénéneuses dans la cinquième et les matières infectes dans la sixième.

Première catégorie.

A. — EXPLOSIFS.

Poudres de guerre, de mine ou de chasse, à l'exception des *explosifs de sûreté, c'est-à-dire des explosifs qui ne présentent pas de dangers d'explosion en masse par la combustion ou par le choc*; fusées de signaux et signaux à percussion; obus chargés; détonateurs amorcés pour obus; amorces pour détonateurs d'obus et autres munitions de guerre ou de chasse non dénommées aux catégories suivantes; fulminate de mercure; fulmicoton et autres pyroxyles; picrates de potasse et d'ammoniaque.

Dynamite.

Mélinite, crésylite et acide picrique chargés dans des récipients métalliques à parois résistantes.

Amorces ou détonateurs pour pétards explosifs.

Artifices; mèches de mineurs munies d'amorces ou d'autres moyens d'inflammation.

a) AUTRES MATIÈRES.

Acide carbonique liquéfié; protoxyde d'azote liquéfié.

Acétylène liquéfié et acétylène gazeux comprimé à plus de

1 kilogramme de pression par centimètre carré.

Oxygène, hydrogène, gaz d'éclairage de houille et autres gaz comprimés à une pression de plus de 15 kilogrammes par centimètre carré.

Acide nitrique ou acide azotique monohydraté.

Acide sulfonitrique.

Deuxième catégorie.

B. — MUNITIONS ET MATIÈRES ASSIMILÉES.

Munitions de guerre ci-après : flambeaux, grenades éclairantes, cylindres incendiaires, cylindres à fumée, fascines et tourteaux goudronnés, allumeurs pour mèches lentes, mèches à canon, mèches à étoupilles, cordeaux porte-feu et cordeaux détonants.

Mélinite, crésylite, acide picrique en détonateurs, en pétards de cavalerie ou en cartouches explosibles non amorcés.

Mélinite, crésylite, acide picrique *garanti pur*, chargés dans des barils, caisses ou autres récipients à parois peu résistantes.

• b) AUTRES MATIÈRES.

Chlore liquéfié anhydre; gaz ammoniac liquéfié; acide sulfureux anhydre liquéfié; phosgène ou oxychlorure de carbone liquéfié.

Chlorure de méthyle.

Matière ayant servi à épurer le gaz d'éclairage et contenant du fer ou du manganèse.

Chiffons, étoupes et déchets (de laine, de coton, de poils, de laine artificielle, de soie, de lin, de chanvre ou de jute), cordages, courroies de coton et de chanvre, cordelettes et ficelles diverses, imprégnés de graisse ou de vernis; laine grasse ayant servi au nettoyage.

Allumettes chimiques et autres allumettes à friction (telles que allumettes-bougies, allumettes d'amadou, etc.); chlorates et agglomérés (ou pastilles) de chlorate de potasse et de bioxyde de manganèse.

Phosphore ordinaire; potassium; sodium.

Phosphure de calcium.

Trichlorure de phosphore; oxychlorure de phosphore; pent

chlorure de phosphore ou superchlorure de phosphore ; chlorure d'acétyle.

Sulfure de carbone ; éther sulfurique et liquides contenant de l'éther sulfurique en grande quantité, comme le collodion.

Celloïdine.

Essences minérales : essences de pétrole, de schistes bitumineux, de goudrons de houille ou de lignite (naphte, gazoline, néoline, éthers de pétrole, benzine de houille, benzine de pétrole, ligroïne, essences pour nettoyages, etc.) ; huiles minérales brutes ou rectifiées, lorsque ces produits émettent des vapeurs qui prennent feu au contact d'une flamme, même lorsque la température du liquide n'excède pas 35° C. ; colle essentielle.

Acide nitrique du commerce ou eau-forte ou acide azotique ordinaire.

Acide fluorhydrique.

Brome.

Troisième catégorie.

C. — EXPLOSIFS DE SÛRETÉ ET MATIÈRES ASSIMILÉES.

Explosifs de sûreté.

Pétards pour signaux d'arrêt sur les chemins de fer.

Vélo-torpilles, pétards pour vélocipédistes et engins analogues.

Pois fulminants.

c) AUTRES MATIÈRES.

Soies souples ou schappes, en écheveaux, cordonnets ou déchets, teintés en noir.

Fils à base de nitrocellulose ou fils nitrés.

Charbon de bois en poudre fine ou en grains ; houille moulue ou pulvérisée ; noir de fumée et autres espèces de suies.

Carbure de calcium.

Esprit-de-bois brut ; alcool méthylique ou esprit-de-bois rectifié ; acétone.

Huiles minérales : huiles de pétrole, de schistes bitumineux, de goudrons de houille ou de lignite (huiles lampantes, huiles solaires, photogène, toluol, xylol, cumol, benzol, etc.) et autres huiles minérales brutes ou rectifiées, lorsque ces produits n'émettent de vapeurs prenant feu au contact d'une flamme qu'à une température supérieure à 35° C.

Acide sulfurique anhydre ou anhydride.

Acide sulfurique de Nordhausen.

Quatrième catégorie.

D. — MUNITIONS DE SÛRETÉ ET MATIÈRES ASSIMILÉES.

Munitions de sûreté, notamment : cartouches à douille métallique, cartouches à douille en carton garni d'un revêtement métallique ; étoupilles ordinaires, électriques, obturatrices, à friction ou à percussion ; fusées à friction employées pour la mise de feu aux grenades à main ; fusées percutantes, fusantes, à double effet ; bouchons porte-retard, amorces en poudre n° 1 en boîtes de fer-blanc, amorces en poudre n° 3 même en boîtes de carton, amorces Flobert et cartouches Flobert à petit plomb en boîtes de fer-blanc, appareils percutants pour cartouches à percussion centrale même en boîtes de carton, capsules pour armes à feu, pastilles fulminantes pour munitions d'armes portatives, amorces non détonantes pour projectiles. Bonbons fulminants ; feux de Bengale préparés à la laque ou feux de Bengale de salon sans amorces ; papiers nitrés ; bougies fulminantes ; lances fulminantes ; allumettes munies d'un feu de Bengale.

Mèches de mineurs non amorcées.

d) AUTRES MATIÈRES.

Ballons captifs, dits *ballons d'enfants*, gonflés avec un gaz inflammable.

Gaz, autres que l'acétylène, comprimés à 15 kilogrammes au plus par centimètre carré.

Acétylène comprimé à 1 kilogramme au plus par centimètre carré.

Essence de térébenthine ; huiles de mauvaise odeur ; ammoniac ou alcali volatil.

Éther acétique ou acétate d'éthyle ; alcools autres que l'alcool méthylique ; trois-six ; esprit-de-vin.

Vernis ; couleurs préparées avec du vernis.

Huiles éthérées et grasses.

Essence de mirbane ou nitrobenzine.

Produits préparés au moyen d'un mélange d'essence de térébenthine ou d'alcool avec de la résine.

Siccatifs.

Aniline ou huile d'aniline.

Objets auxquels le feu peut être facilement communiqué : foin, paille, y compris les pailles de maïs, de riz et de lin, joncs, à l'exclusion du jonc d'Espagne, alfa, diss, crin végétal, tourbe à l'exception de la tourbe mécanique ou comprimée, coton, matières à filer végétales et leurs déchets, rognures de papier, sciure de bois, pâte de bois sèches, copeaux de bois, produits préparés au moyen d'un mélange de résidus de pétrole, de résines et d'autres substances semblables avec des corps poreux inflammables, soufre, papier graissé ou huilé et fuseaux de ce papier.

Celluloïd.

Phosphore amorphe ou rouge.

Résines et goudrons liquides ou secs; brai gras ou sec.

Charbon de bois en morceaux.

Bioxyde de baryum; peroxyde de sodium.

Sulfure de sodium brut ou raffiné; cokes à base de soude.

Nitrite d'ammoniaque.

Levure liquide ou solide.

Bisulfate de soude.

Liquides acides ou caustiques non dénommés aux 1^{re}, 2^e et 3^e catégories, notamment: acide sulfurique du commerce, esprit-de-vitriol, acide muriatique ou chlorhydrique, acides goudronneux et fèces acides des raffineries d'huile, lessive caustique (lessive de soude caustique, lessive de soude, lessive de potasse caustique, lessive de potasse), chlorure de soufre, renfermés dans des bonbonnes ou des bouteilles.

Liquides acides, liquides caustiques, essences, huiles minérales et autres liquides inflammables, à l'exception de ceux de ces produits qui sont classés dans la 1^{re} catégorie et de l'acide nitrique du commerce, lorsqu'ils sont renfermés dans des wagons spéciaux ou dans des fûts ou bidons métalliques parfaitement étanches et hermétiquement bouchés.

Produits de droguerie et produits pharmaceutiques au détail.

E. — Cinquième catégorie.

Substances arsenicales non liquides, notamment : acide arsénieux ou fumée arsenicale coagulée, vert de Scheele, vert de Schweinfurth, arsenic jaune ou sulfure d'arsenic ou orpiment, arsenic rouge ou réalgar, arsenic natif, cobalt arsenical écaillé ou pierre à mouches.

Substances arsenicales liquides, particulièrement acide arsénique.

Autres produits vénéneux, notamment : les produits mercuriels tels que sublimé, calomel, précipité blanc et rouge, vermillon, cinabre, les préparations de plomb telles que litharge ou massicot, minium, sucre de saturne et autres sels de plomb, céruses et autres couleurs à base de plomb, les cendres d'antimoine, le cyanure de potassium et les sels d'aniline.

F. — Sixième catégorie.

Gadoues vertes et noires; déchets d'animaux sujets à putréfaction, tels que carcasses non chaulées, débris frais de peaux non chaulées, résidus de fonte de suifs, graisses, boyaux verts, sang non desséché; matières fécales.

Poudrette.

Peaux fraîches et cuirs verts non salés.

Os frais; tendons; cornes; onglons; sabots.

Caillettes de veau fraîches.

TITRE III.

EXPÉDITION, EMBALLAGE ET CHARGEMENT.

Art. 4. — Toute déclaration d'expédition d'une quelconque des matières auxquelles s'applique le présent règlement doit indiquer la nature exacte de la marchandise et, dans le cas où cette marchandise serait assujettie à des dispositions spéciales pour le conditionnement et l'emballage, faire connaître que ces dispositions ont été observées.

S'il s'agit d'une matière explosible, la déclaration doit porter en outre, d'une manière apparente, l'une des mentions : *Explosifs*, *Munitions*, *Explosifs de sûreté*, ou : *Munitions de sûreté*.

Art. 5. — Tout colis contenant une matière explosible doit porter d'une façon apparente, sur les fonds s'il s'agit de barils ou de fûts, sur deux faces au moins s'il s'agit de caisses, une étiquette ou une empreinte faisant connaître la nature du produit, avec l'une des mentions : *Explosifs*, *Munitions*, *Explosifs de sûreté*, ou : *Munitions de sûreté*.

L'étiquette: *Explosifs*, pourra être supprimée pour la dynamite quand le colis portera une étiquette avec le nom de la dynamite même en langue étrangère, pourvu qu'il soit écrit en caractères latins bien apparents.

L'enveloppe de tout colis contenant une matière non explosible, assujettie par le présent règlement à des dispositions spéciales pour le conditionnement et l'emballage, doit porter à l'extérieur une étiquette apparente faisant connaître la nature de la substance, avec la mention : *Matière inflammable*, s'il y a lieu.

Matières de la première catégorie.

POUDRES DE GUERRE, DE MINE OU DE CHASSE. — MUNITIONS DE GUERRE OU DE CHASSE. — FULMINATE DE MERCURE. — FULMICOTON ET AUTRES PYROXYLES. — PICRATES DE POTASSE ET D'AMMONIAQUE.

Art. 6. — Les poudres de guerre, de mine ou de chasse, à l'exception des *explosifs de sûreté*, c'est-à-dire des *explosifs qui ne présentent pas de dangers d'explosion en masse par la combustion ou par le choc*, les fusées de signaux, les signaux à percussion, les obus chargés, les détonateurs amorcés pour obus, les amorces pour détonateurs d'obus et les autres munitions de guerre ou de chasse non dénommées aux catégories suivantes, le fulminate de mercure, le fulmicoton et les autres pyroxyles, ainsi que les picrates de potasse et d'ammoniaque doivent toujours être livrés au chemin de fer sous deux enveloppes, toutes deux étanches, c'est-à-dire ne laissant pas tamiser le contenu.

Le fulminate de mercure doit être renfermé dans des vases métalliques pleins d'eau et contenus dans des caisses en bois.

Pour les autres matières susénumérées, l'enveloppe intérieure peut être une caisse en bois, un baril, un sac en toile ou en cuir ou même, s'il s'agit de munitions confectionnées, un sac en carton ou en papier; l'enveloppe extérieure sera une caisse en bois ou en cuivre ou un baril.

Les obus chargés non amorcés peuvent être transportés en vrac.

Art. 7. — Les barils ou caisses et les coffres d'artillerie renfermant les produits énumérés au précédent article sont chargés sur des wagons couverts et fermés, à panneaux pleins, qui ne doivent contenir aucune marchandise explosible ou facilement inflammable.

Les autres marchandises qui seront chargées dans ces wagons devront être à destination de la même gare ou des au-delà.

Le plancher de ces wagons doit être recouvert d'un prélat imperméable, de manière à prévenir tout répandage sur la voie. Ces wagons doivent porter une inscription bien apparente indiquant la nature du chargement.

Aucun agent ne doit, pendant la marche du train, avoir accès à ces wagons.

On doit employer de préférence des wagons sans frein à vis.

Lorsqu'on fait emploi de wagons à frein à vis, il est interdit de faire usage du frein, et les surfaces des ferrures des axes ou leviers de transmission de mouvement, qui pourraient être apparentes à l'intérieur, doivent être soigneusement recouvertes d'étoffes ou enveloppées dans des manchons en bois.

La charge des wagons, y compris les emballages, est limitée à 5.000 kilogrammes.

Les barils doivent être non pas placés sur l'un des fonds, mais couchés dans les wagons et fortement calés avec du bois.

Les munitions de guerre peuvent être transportées dans des caissons d'artillerie chargés sur wagons plats.

DYNAMITE.

Art. 8. — Pour la dynamite provenant d'une manufacture du gouvernement, l'agent qui fera l'expédition sera tenu de remettre à la gare de départ, en double exemplaire, une déclaration écrite attestant les conditions de bonne qualité et de bon emballage de la matière expédiée.

Art. 9. — Tout établissement privé, situé en France ou à l'étranger, qui voudra faire admettre au transport la dynamite fabriquée par lui, devra recevoir, à ses frais, un agent du service des poudres et salpêtres ou, à son défaut, un contrôleur des mines ou un conducteur des ponts et chaussées, lequel sera chargé en permanence de surveiller la fabrication et sera accrédité auprès de la compagnie de chemin de fer qui aura à recevoir directement les produits de l'usine.

Cet agent, qui aura à sa disposition dans l'établissement une pièce à usage de bureau, remettra, à l'appui de chaque expédition, en double exemplaire, une déclaration écrite attestant les conditions de bonne qualité et de bon emballage de la matière

expédiée et, pour les dynamites étrangères, indiquant la date de l'emballage.

De plus, les dynamites fabriquées à l'étranger devront, avant d'être remises au chemin de fer, passer par un entrepôt dûment autorisé sur le sol français et placé aussi près que possible de la frontière. L'entrepôt devra renfermer un laboratoire d'essai dirigé, aux frais de l'entrepositaire, par le service des mines qui délivrera un certificat constatant l'examen auquel il aura procédé.

Art. 10. — De son côté, le fabricant devra, par une déclaration générale écrite remise, chaque année, à la compagnie de chemin de fer recevant ses produits et pour l'ensemble des expéditions à faire pendant cette année, assumer la responsabilité de tout accident provenant des vices de ladite matière.

Pour les dynamites étrangères, cette déclaration générale sera fournie par l'agent préposé à l'entrepôt, qui assumera la responsabilité tant en son nom qu'en celui du fabricant. Mais ce dernier devra, en outre, joindre à chaque envoi une note de détail, destinée à la douane d'importation ; cette note, certifiée exacte par l'agent français attaché à la fabrique, indiquera, par colis, le poids brut, le poids net et la date de l'expédition.

Art. 11. — En outre des conditions exigées dans la métropole pour la circulation, sur les voies ferrées, des dynamites fabriquées en France, ces dynamites ne pourront être transportées sur les chemins de fer tunisiens garantis et algériens que si elles satisfont aux conditions suivantes :

Elles devront arriver dans la colonie accompagnées d'un certificat de qualité et d'emballage délivré par l'agent de l'État délégué à la surveillance dans l'usine de fabrication ;

Elles passeront, avant d'être remises au chemin de fer, par un dépôt dûment autorisé, établi à proximité du port par lequel elles auront été importées ;

Le dépôt devra renfermer un laboratoire d'essai, dirigé, aux frais du dépositaire, par le service des mines, et les expéditions ne seront remises au chemin de fer qu'accompagnées d'un certificat de l'agent de ce service.

Pour les dynamites importées directement de l'étranger, ce dépôt remplacera l'entrepôt visé au précédent article.

Art. 12. — Au départ de l'usine de fabrication, ou à son entrée en France, si elle vient de l'étranger, la dynamite ne sera point admise au transport, si elle a plus d'un an d'emballage. Ce délai pourra être réduit pour les dynamites à absorbants hygrométriques.

Art. 13. — La réexpédition de la dynamite ayant séjourné soit dans un dépôt appartenant au fabricant, soit chez un industriel qui ne l'aura pas utilisée, se fera aux conditions suivantes :

Le dépositaire devra assumer par écrit la responsabilité de tout accident provenant des vices de la matière et fournir, à ses frais, une déclaration du service des poudres et salpêtres attestant que la matière à réexpédier n'a pas cessé de présenter les conditions de bonne qualité et de bon emballage exigées pour la première expédition.

Pour la dynamite dont le délai d'emballage sera plus court que celui fixé en vertu de l'article 12, cette déclaration pourra être donnée sur la simple constatation de l'état satisfaisant des cartouches de dynamite, après ouverture de la caisse ou du baril dont il est question à l'article 14.

Pour la dynamite dont le délai d'emballage sera plus long que celui fixé en vertu de l'article 12, l'agent du service des poudres et salpêtres pourra, s'il le juge à propos, procéder à une analyse du produit.

Art. 14. — La dynamite livrée au chemin de fer devra toujours être renfermée dans des cartouches recouvertes de papier parchemin ou autre enveloppe imperméable, non amorcées et dépourvues de tout moyen d'ignition. L'enveloppe doit être collée et fermée de façon à empêcher tout suintement de nitroglycérine ; elle portera une inscription indiquant la nature et le dosage des substances constituant l'explosif. Cette inscription n'est pas exigible pour les produits expédiés à l'Étranger.

Ces cartouches doivent être emballées dans une première enveloppe bien étanche, de carton, de bois, de zinc ou de caoutchouc ; les vides entre les cartouches doivent être exactement remplis avec des étoupes, du papier découpé, de la sciure de bois ou toute autre matière sèche, pulvérulente ou souple, capable d'amortir les chocs et d'absorber la nitroglycérine qui viendrait à suinter.

S'il s'agit de dynamites fabriquées en France, les premières enveloppes seront enfermées dans une caisse en bois ou dans un baril également en bois ; elles y seront assujetties de manière à éviter tout ballonnement, au moyen de sciure de bois ou de toute autre matière sèche, pulvérulente ou souple, comme ci-dessus.

Les caisses seront pourvues de poignées non métalliques solidement fixées, ou porteront extérieurement, sur le fond deux tasseaux en bois permettant de glisser les mains au-dessous

d'elles pour les soulever; les barils seront consolidés exclusivement au moyen de cerceaux ou de chevilles en bois.

Pour les dynamites étrangères les premières enveloppes ne pourront être enfermées que dans une caisse dont les dispositions seront conformes au modèle adressé aux agents français attachés aux dynamiteries, réserve faite des dimensions, pour lesquelles une certaine latitude sera laissée aux fabricants.

Le poids brut de chaque caisse ou baril ne doit pas dépasser 35 kilogrammes.

Art. 15. — Outre les étiquettes apposées en exécution de l'article 5, § 1^{er}, du présent règlement, les caisses ou barils contenant des dynamites françaises porteront extérieurement une estampille indiquant le nom du fabricant ou de l'expéditeur, le lieu de fabrication et la date de l'emballage. De plus, un plomb spécial au fabricant et le plomb en usage dans les poudreries de l'État seront appliqués sur chaque colis estampillé, pour en maintenir l'intégrité.

Art. 16. — Les caisses ou barils doivent être chargés dans des wagons couverts et fermés, à panneaux pleins, qui ne doivent contenir aucune marchandise explosible ou facilement inflammable.

Les autres marchandises chargées dans ces wagons doivent être à destination de la même gare ou des au-delà. Le plancher de ces wagons doit être recouvert d'un prélat imperméable. Ils doivent porter une inscription bien apparente indiquant la nature du chargement.

On doit, autant que possible, ne faire usage, pour le transport de la dynamite, que de wagons sans frein à vis.

En cas de nécessité, si l'on emploie des wagons à frein à vis, il est interdit de se servir de ce frein, et les surfaces des ferrures des axes ou leviers de transmission qui pourraient être apparentes à l'intérieur doivent être soigneusement recouvertes d'étoffes ou enveloppées dans des manchons en bois.

La charge d'un wagon de dynamite, y compris les emballages, ne doit pas dépasser 3.000 kilogrammes.

Les barils doivent être couchés dans les wagons et non placés debout sur l'un des fonds; ils devront être posés et maintenus avec le plus grand soin, de façon à éviter tout choc, soit au moment du chargement, soit en cours de route. Ils ne doivent jamais être recouverts par d'autres colis, même de pareille nature.

Les wagons doivent, à moins qu'une escorte n'y prenne place,

être fermés avec des cadenas ou des serrures offrant des garanties équivalentes à la continuité des panneaux.

Les dynamites expédiées par l'État pourront être chargées sur wagons plats lorsqu'elles seront contenues dans des voitures des modèles réglementaires affectées au transport de la dynamite pour des usages militaires et notamment dans les caissons d'artillerie ou les prolonges du génie. Dans ce cas, les dispositions ci-dessus, relatives au mode d'emballage et au poids des caisses, ne seront pas applicables.

MÉLINITE, CRÉSYLITE, ACIDE PICRIQUE, CHARGÉS DANS DES RÉCIPIENTS MÉTALLIQUES À PAROIS RÉSISTANTES.

Art. 17. — L'acide picrique n'est admis au transport qu'autant que l'expéditeur atteste, sur sa déclaration d'expédition, que ce produit peut être transporté sans danger en raison de sa pureté.

Art. 18. — Les wagons contenant de la mélinite, de la cressylite ou de l'acide picrique dans des récipients métalliques à parois résistantes doivent, à moins qu'une escorte n'y prenne place, être fermés avec des cadenas ou des serrures offrant des garanties équivalentes à la continuité des panneaux.

Ils ne doivent contenir ni fulminate ni autres produits détonants, ni plomb, ni composés de plomb, tels que litharge, massicot, minium, etc., ni aucune matière facilement inflammable. Ils ne doivent présenter ni revêtements ni couvertures en plomb.

AMORCES OU DÉTONATEURS POUR PÉTARDS EXPLOSIFS.

Art. 19. — Les amorces ou détonateurs pour pétards explosifs doivent être emballées, l'ouverture en haut et au nombre de cent au plus, dans de fortes caisses métalliques garnies intérieurement de drap ou de feutre sur les fonds et de papier sur les parois latérales.

Les vides qui les séparent doivent être remplis de sciure de bois ou d'une autre matière analogue, à moins que les détonateurs ne soient munis d'opercules avec trou central. Dans ce cas, les détonateurs seront fixés dans des trous ménagés dans le

feuille de carton de mêmes dimensions que la boîte et placée à la hauteur des opercules. De plus, les fonds sur lesquels viennent buter les culots et les extrémités ouvertes des détonateurs seront garnis de feutre ou d'une matière analogue, assez épaisse pour pouvoir appuyer légèrement sur les détonateurs quand les caisses seront fermées.

Les caisses métalliques ainsi remplies doivent être emballées dans une forte caisse en planche, de 22 millimètres au moins d'épaisseur, renfermée elle-même dans une autre caisse en planches de 25 millimètres au moins d'épaisseur; on ménagera, entre ces deux dernières caisses, un espace de 30 millimètres au moins, qui sera rempli de sciure de bois, de paille, d'étoupes ou d'autres matières propres à amortir les chocs.

La caisse extérieure doit être munie de deux fortes poignées non métalliques; elle doit porter des étiquettes indiquant le haut et le bas du colis.

Le poids de la matière explosible ne peut excéder 20 kilogrammes par caisse.

Art. 20. — Les caisses doivent être chargées dans des wagons couverts et fermés à panneaux pleins.

On ne peut admettre dans ces wagons aucune autre matière explosible ou facilement inflammable.

**ARTIFICES. — MÊCHES DE MINEURS MUNIES D'AMORCES
OU D'AUTRES MOYENS D'INFLAMMATION.**

Art. 21. — Les pièces d'artifice et les mèches de mineurs munies d'amorces ou d'autres moyens d'inflammation doivent être emballées dans des caisses en planches jointives, dont le poids brut ne peut dépasser 100 kilogrammes; les planches auront 1 centimètre au moins d'épaisseur si le poids brut du colis n'excède pas 40 kilogrammes, et 1 centimètre et demi si ce poids dépasse 40 kilogrammes.

Les mèches de mineurs peuvent être également emballées dans des barils hermétiquement fermés.

Exceptionnellement, les pièces d'artifice de grande dimension pourront n'être pas emballées; elles seront alors fixées avec soin contre les parois des wagons et isolées.

Art. 22. — Le chargement des pièces d'artifice et des mèches de mineurs munies d'amorces ou d'autres moyens d'inflamma-

tion ne peut s'effectuer que dans des wagons couverts et à panneaux pleins.

Art. 23. — On ne peut admettre dans ces wagons aucune autre matière explosible ou facilement inflammable.

ACIDE CARBONIQUE ET PROTOXYDE D'AZOTE LIQUÉFIÉS.

Art. 24. — L'acide carbonique et le protoxyde d'azote liquéfiés doivent être purs de tout résidu d'air.

Art. 25. — Ces produits doivent être renfermés dans des récipients en fer forgé ou en acier doux recuit.

Ces récipients seront soumis au préalable, aux frais des intéressés, à une épreuve officielle constatant qu'ils supportent, sans fuites ni déformations permanentes, une pression de 250 kilogrammes par centimètre carré.

Cette épreuve sera renouvelée tous les trois ans.

Chaque récipient portera une marque officielle placée à un endroit bien apparent, indiquant :

- 1° Le poids du récipient vide ;
- 2° La charge en kilogrammes qu'il peut contenir et qui doit être limitée à 1 kilogramme de liquide pour 1^{litre},34 de capacité ;
- 3° La date de la dernière épreuve.

Par exception, la marque officielle des récipients destinés à l'exportation dans les pays qui ont adhéré à la Convention de Berne du 14 octobre 1890 doit donner le poids du récipient vide, *accessoires compris*. Pour ces récipients, la marque devra indiquer clairement, le cas échéant, que la tare comprend le poids de la chape.

Toutes ces indications devront être poinçonnées par l'agent qui aura procédé à l'épreuve des récipients.

Quand les récipients seront chargés en vrac, ils devront être confectionnés de façon à ne pouvoir rouler, ou pourvus d'une garniture extérieure remplissant ce but et être peints en blanc ; en outre, les soupapes et robinets devront être protégés par des chapes ou couvercles de même métal que les récipients et vissés sur eux.

Quand les récipients seront emballés dans des caisses solides, la chape, la garniture extérieure pour empêcher le roulement et la peinture en blanc ne seront pas obligatoires. Les caisses devront d'ailleurs être disposées de manière que les timbres officiels d'épreuve puissent facilement être découverts.

Art. 26. — Le transport de ces produits n'aura lieu que dans des wagons couverts et à panneaux pleins, ou bien dans des wagons spécialement aménagés à cet effet. Dans le dernier cas, les récipients devront être protégés par un revêtement en bois ou par une bâche.

Les récipients ne doivent jamais être violemment projetés, ni être exposés aux rayons du soleil ou à la chaleur du feu.

ACÉTYLÈNE LIQUÉFIÉ ET ACÉTYLÈNE GAZEUX COMPRIMÉ A UNE PRESSION DE PLUS DE 1 KILOGRAMME PAR CENTIMÈTRE CARRÉ.

Art. 27. — L'acétylène liquéfié et l'acétylène gazeux comprimé à une pression de plus de 1 kilogramme par centimètre carré doivent être renfermés dans des récipients en fer forgé ou en acier doux recuit.

Les soupapes et robinets des récipients doivent être protégés par des chapes ou couvercles en métal vissés sur les récipients et n'être formés ni de cuivre, ni d'alliages de cuivre.

Les autres conditions d'emballage, ainsi que les conditions d'épreuve et de chargement des récipients, sont celles prescrites par les articles 25 et 26 pour l'acide carbonique et le protoxyde d'azote liquéfiés.

OXYGÈNE, HYDROGÈNE, GAZ D'ÉCLAIRAGE DE HOUILLE ET AUTRES GAZ COMPRIMÉS A UNE PRESSION DE PLUS DE 15 KILOGRAMMES PAR CENTIMÈTRE CARRÉ.

Art. 28. — L'oxygène, l'hydrogène, le gaz d'éclairage de houille et les autres gaz comprimés à une pression de plus de 15 kilogrammes par centimètre carré ne peuvent être transportés à une pression supérieure à 200 kilogrammes.

Les envois ne peuvent être remis que par des personnes possédant un manomètre réglé et en connaissant le maniement. Ces personnes doivent, chaque fois qu'elles en sont requises, adapter le manomètre au récipient, pour permettre de vérifier si la plus haute pression prescrite n'est pas dépassée.

Art. 29. — Les récipients doivent être des cylindres d'une seule pièce, en acier ou en fer forgé, d'une longueur maximum de 2 mètres et d'un diamètre intérieur maximum de 21 centimètres.

Ces récipients seront soumis au préalable, aux frais de l'expéditeur, à une épreuve officielle constatant qu'ils supportent, sans fuites ni déformations permanentes, une pression égale à une fois et demie celle des gaz qu'ils contiennent, au moment de la remise au chemin de fer.

Cette épreuve sera renouvelée tous les trois ans.

Les récipients porteront une marque officielle placée à un endroit bien apparent, indiquant la valeur de la pression autorisée et la date de la dernière épreuve.

Ces indications devront être poinçonnées par l'agent qui aura procédé à l'épreuve des récipients.

Les soupapes et robinets des récipients devront être protégés par des chapes ou couvercles en métal vissés sur les récipients.

Si les soupapes sont dans l'intérieur du goulot, elles devront être protégées par un bouchon du même métal que le récipient, d'une hauteur d'au moins 25 millimètres, vissé dans le goulot, mais n'en dépassant pas latéralement l'orifice.

Les récipients seront confectionnés de façon à ne pouvoir rouler ou pourvus d'une garniture extérieure remplissant ce but.

Pour les chargements par wagons complets, les récipients ne seront astreints à aucun emballage dans des caisses ou autres enveloppes et pourront être chargés nus. Pour les expéditions partielles, ils seront emballés dans des caisses, solidement et de telle façon que les timbres officiels d'épreuve puissent être facilement découverts.

Art. 30. — Le transport des gaz comprimés doit avoir lieu dans des wagons couverts et à panneaux pleins ou dans des wagons spécialement aménagés à cet effet. Dans le dernier cas, les récipients devront être protégés par un revêtement en bois ou par une bâche.

Les récipients ne doivent jamais être violemment projetés ni être exposés aux rayons du soleil ou à la chaleur du feu.

ACIDE NITRIQUE OU AZOTIQUE MONOHYDRATÉ.

Art. 31. — L'acide nitrique ou azotique monohydraté, dit aussi *acide nitrique rouge* ou *fumant*, doit être contenu dans l bonbonnes ou bouteilles en verre ou en grès, bien bouchées.

Ces bonbonnes ou bouteilles doivent toujours être bien emballées et placées debout dans des enveloppes munies de poignets

pour en faciliter la manutention. Les bouteilles pourront aussi être placées debout dans de fortes caisses en planches.

Sur chaque caisse, une inscription indiquera le côté du dessus et rappellera, en outre, la nécessité de toujours maintenir les caisses à plat sur leur fond, pendant le transport ou pendant le séjour sur les quais des gares.

Les bonbonnes et les bouteilles doivent dans tous les cas être entourées de terre absorbante.

Art. 32. — L'acide nitrique monohydraté ne peut être placé dans un même wagon avec d'autres produits chimiques ni avec des matières explosibles.

ACIDE SULFONITRIQUE.

Art. 33. — L'acide sulfonitrique est soumis aux mêmes conditions d'emballage et de chargement que l'acide nitrique monohydraté (art. 31 et 32).

Matières de la deuxième catégorie.

MUNITIONS DE GUERRE : FLAMBEAUX, GRENADES ÉCLAIRANTES, CYLINDRES INCENDIAIRES, CYLINDRES À FUMÉE, FASCINES ET TOURTEAUX Goudronnés, ALLUMEURS POUR MÈCHES LENTES, MÈCHES À CANON, MÈCHES À ÉTOUPILLES, CORDEAUX PORTE-FEU ET CORDEAUX DÉTONANTS.

Art. 34. — Les munitions de guerre, flambeaux, grenades éclairantes, cylindres incendiaires, cylindres à fumée, fascines et tourteaux goudronnés, allumeurs pour mèches lentes, mèches à canon, mèches à étoupilles, cordeaux porte-feu et cordeaux détonants doivent être emballés dans des enveloppes résistantes, bien étanches et d'une manutention commode.

Art. 35. — Le chargement doit être fait dans des wagons couverts et à panneaux pleins.

MÉLINITE, CRÉSYLITE, ACIDE PICRIQUE EN DÉTONATEURS, EN PÉTARDS DE CAVALERIE OU EN CARTOUCHES EXPLOSIBLES NON AMORCÉES. MÉLINITE, CRÉSYLITE, ACIDE PICRIQUE GARANTI PUR, CHARGÉS DANS DES BARILS, CAISSES OU AUTRES RÉCIPIENTS À PAROIS PEU RÉSISTANTES.

Art. 36. — Les détonateurs, les pétards de cavalerie et les cartouches explosibles non amorcés, chargés en mélinite, cré-

sylite ou acide picrique, doivent être emballés dans des caisses en bois dont les parois auront au moins 18 millimètres d'épaisseur.

Les caisses ne doivent contenir aucune amorce et ne pas peser plus de 100 kilogrammes.

Les caisses pesant plus de 10 kilogrammes doivent être munies de poignées et liteaux pour en faciliter le maniement.

Art. 37. — L'acide picrique n'est admis au transport en caisses, en barils et autres récipients analogues, qu'autant que l'expéditeur atteste sur sa déclaration d'expédition qu'il peut être transporté sans danger en raison de sa pureté.

La mélinite, la crésylite et l'acide picrique doivent être emballés dans des enveloppes de la nature des barils à pétrole ou des caisses à poudre réglementaires de la guerre, c'est-à-dire dans des récipients à parois peu résistantes.

Art. 38. — Les wagons contenant de la mélinite, de la crésylite ou de l'acide picrique sous l'une des formes ci-dessus indiquées doivent être fermés avec des cadenas ou des serrures offrant des garanties équivalentes à la continuité des parreaux.

Ils ne doivent contenir ni fulminate, ni autres produits détonants, ni plomb, ni composés de plomb, tels que litharge, massicot, minium, etc., ni aucune matière explosible ou facilement inflammable.

Ils ne doivent présenter ni revêtements ni couverture en plomb.

CHLORE LIQUÉFIÉ ANHYDRE. — GAZ AMMONIAC LIQUÉFIÉ. — ACIDE SULFUREUX LIQUÉFIÉ ANHYDRE. — PHOSGÈNE OU OXYCHLORURE DE CARBONE LIQUÉFIÉ.

Art. 39. — Le chlore liquéfié n'est admis au transport que s'il est anhydre, c'est-à-dire complètement dépourvu d'eau.

Art. 40. — Le chlore liquéfié anhydre, le gaz ammoniac liquéfié, l'acide sulfureux anhydre liquéfié et le phosgène ou oxychlorure de carbone liquéfié doivent être renfermés dans des récipients en fer forgé ou en acier doux recuit; toutefois le phosgène peut aussi être renfermé dans des récipients en cuivre.

Les récipients seront soumis au préalable, aux frais de l'expéditeur, à une épreuve officielle constatant qu'ils supportent sans fuites ni déformations permanentes, une pression fixée :

Pour le gaz ammoniac, à 100 kilogrammes ;

Pour le chlore, à 50 kilogrammes ;

Pour l'acide sulfureux anhydre et le phosgène, à 30 kilogrammes.

Cette épreuve sera renouvelée tous les trois ans pour le gaz ammoniac et tous les ans pour le chlore, l'acide sulfureux et le phosgène.

Chaque récipient portera une marque officielle placée à un endroit bien apparent, indiquant :

1° Le poids du récipient vide ;

2° La charge en kilogrammes qu'il peut contenir et qui doit être limitée :

Pour le gaz ammoniac, à 1 kilogramme de liquide par 1^{litre},86 de capacité ;

Pour le chlore, à 1 kilogramme de liquide par 0^{litre},9 de capacité ;

Pour l'acide sulfureux anhydre et le phosgène, à 1 kilogramme de liquide par 0^{litre},8 de capacité ;

3° La date de la dernière épreuve.

Toutes ces indications devront être poinçonnées par l'agent qui aura procédé à l'épreuve des récipients.

Les soupapes ou robinets devront être protégés par des chapes ou couvercles en métal, vissés sur les récipients.

Quand ils seront chargés en vrac, les récipients devront être peints en blanc. Ils seront confectionnés de façon à ne pouvoir rouler ou pourvus d'une garniture extérieure remplissant ce but.

Pour les chargements par wagons complets, les récipients ne seront astreints à aucun emballage dans des caisses ou autres enveloppes et pourront être chargés nus. Pour les expéditions partielles, ils seront emballés dans des caisses, solidement et de telle façon que les timbres officiels d'épreuve puissent être facilement découverts.

Art. 41. — Le transport de ces produits ne peut s'effectuer que dans des wagons couverts et à panneaux pleins ou dans des wagons spécialement aménagés à cet effet. Dans le dernier cas, les récipients doivent être protégés par un revêtement en bois ou par une bâche.

Art. 42. — Les récipients ne doivent jamais être violemment projetés ni être exposés aux rayons du soleil ou à la chaleur du feu.

CHLORURE DE MÉTHYLE.

Art. 43. — Le chlorure de méthyle doit être renfermé dans des cylindres métalliques offrant, sous la responsabilité du fabricant de cette substance, une résistance suffisante, et qui ne seront remplis qu'aux neuf dixièmes.

On inscrira sur ces cylindres leur poids lorsqu'ils sont vides et leur poids lorsqu'ils sont remplis aux neuf dixièmes de chlorure de méthyle.

Art. 44. — Lorsque le chargement est fait dans des wagons fermés, on doit ménager par des ouvertures latérales, volets ou jalousies, un courant d'air suffisant pour entraîner les vapeurs qui se dégageraient à l'intérieur.

Art. 45. — Ces prescriptions ne s'appliquent pas aux envois de petites quantités de chlorure de méthyle prévus par l'article 161 ci-après.

MATIÈRE AYANT SERVI À ÉPURER LE GAZ D'ÉCLAIRAGE ET CONTENANT
DU FER OU DU MANGANÈSE.

Art. 46. — La matière ayant servi à épurer le gaz d'éclairage et contenant du fer ou du manganèse peut être expédiée dans des wagons en tôle entièrement fermés ou parfaitement protégés par des bâches ininflammables. Les wagons en tôle ou les bâches devront, si la compagnie le demande, être fournis par l'expéditeur.

Autrement, cette matière doit être contenue dans des caisses de tôle bien fermées.

Art. 47. — Ces caisses ne peuvent être chargées que dans des wagons couverts et à panneaux pleins.

CHIFFONS, ÉTOUPES, DÉCHETS, CORDAGES, COURROIES DE COTON ET DE
CHANVRE, CORDELETTES, FICELLES, IMPRÉGNÉS DE GRAISSE OU DE
VERNIS. — LAINE GRASSE AYANT SERVI AU NETTOYAGE.

Art. 48. -- Les chiffons, étoupes, déchets de laine, de coton, de poils, de laine artificielle, de soie, de lin, de chanvre, de jute, les cordages, les courroies de coton et de chanvre, les cord-

lettes et ficelles diverses, lorsqu'ils sont imprégnés de graisse ou de vernis, et la laine grasse ayant servi au nettoyage doivent être emballés dans des enveloppes ou récipients fermés; ceux-ci peuvent être de nature quelconque, pourvu que le tassement soit aussi énergique que possible.

Art. 49. — Le chargement des matières énumérées à l'article précédent ne peut s'effectuer que dans des wagons couverts et à panneaux pleins ou sur des wagons découverts munis de bâches.

**ALLUMETTES. — CHLORATES. — AGGLOMÉRÉS (OU PASTILLES)
DE CHLORATE DE POTASSE ET DE BIOXYDE DE MANGANÈSE.**

Art. 50. — Les allumettes chimiques et autres allumettes à friction, telles que les allumettes-bougies, les allumettes d'amadou, etc., doivent être emballées dans des caisses en planches jointives, de 10 millimètres au moins d'épaisseur.

Il en est de même des chlorates, si le poids brut du colis est inférieur à 40 kilogrammes.

Si ce poids dépasse 40 kilogrammes, l'épaisseur des caisses doit être portée à 15 millimètres pour ce dernier produit.

Les chlorates peuvent également être transportés dans des tonneaux solides et bien joints.

Les agglomérés (ou pastilles) de chlorate de potasse et de bioxyde de manganèse doivent être enfermés dans des étuis cylindriques, pesant chacun 1^{kg},500 au maximum. Ces étuis doivent eux-mêmes être enfermés dans des boîtes en bois et calés dans ces boîtes au moyen de sciure de bois.

Art. 51. — Le chargement ne peut être fait que dans des wagons couverts et à panneaux pleins.

PHOSPHORE ORDINAIRE. — POTASSIUM. — SODIUM.

Art. 52. — Le phosphore ordinaire doit être renfermé dans des fûts étanches et remplis d'eau ou dans des boîtes en fer-blanc remplies d'eau et soudées, entourées de sciure de bois et renfermées dans des caisses cerclées de fer ou munies aux deux bouts de fortes traverses en bois entourant leurs quatre faces.

Art. 53. — Le potassium et le sodium doivent être contenus dans des fûts étanches et remplis d'huile de naphte ou dans des boîtes en fer-blanc remplies d'huile de naphte et soudées, entourées de

sciure de bois et renfermées dans des caisses cerclées en fer ou munies aux deux bouts de fortes traverses en bois entourant leurs quatre faces.

Art. 54. — Le chargement des récipients contenant du phosphore ordinaire, du potassium ou du sodium, ne peut être fait que dans des wagons couverts et à panneaux pleins.

PHOSPHURE DE CALCIUM.

Art. 55. — Le phosphure de calcium doit être contenu dans des vases métalliques étanches.

Art. 56. — Le transport ne peut être effectué que dans des wagons couverts et à panneaux pleins.

CHLORURES DE PHOSPHORE ET D'ACÉTYLE.

Art. 57. — Le trichlorure de phosphore, l'oxychlorure de phosphore, le pentachlorure ou superchlorure de phosphore et le chlorure d'acétyle doivent être contenus dans des récipients en plomb ou en cuivre absolument étanches et hermétiquement clos, ou bien dans des bouteilles de verre solide, bouchées à l'émeri et dont les bouchons doivent être enduits de paraffine. Les goulots de ces bouteilles doivent être recouverts d'une enveloppe en parchemin.

Les bouteilles dont le contenu pèse plus de 5 kilogrammes pour le pentachlorure de phosphore ou plus de 2 kilogrammes pour les autres produits énumérés ci-dessus doivent être placées dans des récipients en métal pourvus de poignées.

Les bouteilles contenant 5 kilogrammes au plus pour le pentachlorure de phosphore ou 2 kilogrammes au plus pour les autres produits énumérés ci-dessus peuvent être placées dans des caisses en bois solides, pourvues de poignées et divisées intérieurement en autant de compartiments qu'il y a de bouteilles. Chaque caisse ne peut renfermer plus de quatre bouteilles.

Dans tous les cas, un espace de 30 millimètres doit exister entre les bouteilles et les parois des récipients ou caisses. Les espaces vides doivent être soigneusement comblés avec de la terre d'infusoires bien séchée, de façon qu'aucun mouvement des bouteilles ne puisse se produire.

Art. 58. — Le chargement ne peut être effectué que dans des wagons couverts et à panneaux pleins.

SULFURE DE CARBONE. — ÉTHER SULFURIQUE ET LIQUIDES
QUI EN CONTIENNENT EN GRANDE QUANTITÉ.

Art. 59. — Le sulfure de carbone, l'éther sulfurique et les liquides qui contiennent une forte proportion d'éther sulfurique, comme le collodion, doivent être contenus dans des vases métalliques ou en gutta-percha bien fermés, dans des fûts cerclés en fer, complètement étanches et bien bouchés, dans des touries ou dans des bouteilles en verre ou en grès bien bouchées. Les touries doivent être emballées avec soin dans des corbeilles ou enveloppes en osier solidement tressées et garnies de poignées pour en faciliter la manutention ; les bouteilles doivent être bien emballées dans des caisses en bois solidement établies et garnies aussi de poignées.

Est également admis le mode d'emballage dit *au linogomme*, c'est-à-dire constitué par des récipients en verre à enveloppe de toile avec sciure de liège interposée entre le vase et l'enveloppe. Les colis doivent être disposés de manière que la manutention en soit commode et que les bonbonnes ou récipients de verre soient bien protégés contre les chocs.

Art. 60. — Lorsque le chargement est fait dans des wagons fermés, on doit ménager par des ouvertures latérales, volets ou jalousies, un courant d'air suffisant pour entraîner les vapeurs qui se dégageraient à l'intérieur.

CELLOÏDINE.

Art. 61. — La celloïdine ne peut être transportée qu'autant que ses lames isolées sont emballées de façon à empêcher complètement toute dessiccation.

Art. 62. — Elle ne peut être chargée que dans des wagons couverts et à panneaux pleins.

ESSENCES MINÉRALES : ESSENCES DE PÉTROLE, DE SCHISTES, ETC.; HUILES MINÉRALES BRUTES OU RECTIFIÉES ÉMETTANT DÉJÀ, A 35° C., DES VAPEURS INFLAMMABLES. — COLLE ESSENTIELLE.

Art. 63. — Les essences minérales, les huiles minérales brutes u rectifiées classées dans la 2^e catégorie, les autres produits de

même degré d'inflammabilité préparés avec ces diverses substances et la colle essentielle, à moins d'être transportés dans des wagons spéciaux ou dans des fûts ou bidons métalliques parfaitement étanches et hermétiquement bouchés, doivent être contenus soit dans des fûts cerclés en fer, complètement étanches et bien bouchés, soit dans des touries en verre ou en grès ou des bouteilles bien bouchées et bien emballées dans des corbeilles ou enveloppes en osier solidement tressées et garnies de poignées pour en faciliter la manutention.

Est également admis le mode d'emballage dit *au linogomme*, défini à l'article 59 ci-dessus.

Les récipients ne doivent pas être complètement remplis.

Art. 64. — Lorsque le chargement est fait dans des wagons fermés, on doit ménager par des ouvertures latérales, volets ou jalousies, un courant d'air suffisant pour entraîner les vapeurs qui se dégageraient à l'intérieur.

Les corbeilles ou enveloppes contenant les touries ou les bouteilles doivent être solidement assujetties et placées l'une à côté de l'autre, sans superposition.

ACIDE NITRIQUE DU COMMERCE OU EAU-FORTE
OU ACIDE AZOTIQUE ORDINAIRE.

Art. 65. — L'acide nitrique du commerce, s'il n'est pas formellement désigné comme tel, sera assimilé à l'acide nitrique monohydraté et classé dans la première catégorie.

Art. 66. — L'acide nitrique du commerce doit être contenu dans des bonbonnes ou bouteilles en verre ou en grès, bien bouchées.

Les bonbonnes et les bouteilles doivent être bien emballées et placées debout dans des corbeilles ou enveloppes en osier ou en fer, munies de poignées pour en faciliter la manutention. Les bouteilles peuvent aussi être placées debout dans de fortes caisses en planches, à condition d'y être emballées de manière à être protégées contre les chocs.

On pourra également faire usage de bonbonnes garnies de liège ou de l'emballage dit *au linogomme*, défini à l'article 59 ci-dessus, à la condition que la manutention des colis sera ce mode, que les bonbonnes ou récipients de verre seront protégés contre les chocs et que les bouchons seront de nature à ne pas être attaqués par l'acide.

Sur chaque caisse une inscription indiquera le côté du dessus et rappellera, en outre, la nécessité de toujours maintenir les caisses à plat sur leur fond pendant le transport ou pendant le séjour sur les quais des gares.

ACIDE FLUORHYDRIQUE.

Art. 67. — L'acide fluorhydrique doit être contenu dans un fût en plomb, emballé lui-même dans un fût en bois, avec interposition de matière absorbante. Les tubes servant au remplissage ou à la vidange doivent être en plomb, bien soudés et protégés par les anses-poignées du fût en bois. Le bouchage doit être obtenu par une soudure autogène.

L'acide fluorhydrique peut également être emballé dans des bouteilles en gutta-percha placées dans des caisses en bois avec interposition de substances absorbantes inertes.

Le poids brut de chaque fût, emballage compris, ne doit pas dépasser 100 kilogrammes.

BROME.

Art. 68. — Le brome doit être contenu dans des bouteilles en verre bien bouchées.

Les bouteilles doivent être bien emballées et placées debout dans des corbeilles munies de poignées pour en faciliter la manutention. Elles peuvent aussi être placées debout dans de fortes caisses en planches.

Sur chaque caisse une inscription indique le côté du dessus et rappelle, en outre, la nécessité de toujours maintenir les caisses à plat sur leur fond pendant le transport ou pendant le séjour sur les quais des gares.

Les bouteilles doivent, dans tous les cas, être entourées de matière absorbante.

Matières de la troisième catégorie.

EXPLOSIFS DE SÛRETÉ.

Art. 69. — Les explosifs de sûreté sont ceux qui ne présentent pas de dangers d'explosion en masse par la combustion ou par le

choc et peuvent être assimilés, au point de vue des transports, aux matières simplement inflammables.

Ne seront transportés comme explosifs de sûreté que ceux dont les fabricants se seront munis d'un certificat du service des poudres et salpêtres attestant que leurs produits peuvent être transportés comme tels.

Art. 70. — Les explosifs de sûreté doivent être emballés dans une première enveloppe étanche de papier, de carton, de bois, de tôle, de zinc ou de caoutchouc, mise elle-même dans une caisse ou un baril en bois, solidement établis.

Art. 71. — Les caisses ne devront pas contenir d'amorces et ne pèseront pas plus de 100 kilogrammes.

Les caisses pesant plus de 10 kilogrammes devront être garnies de poignées et de liteaux destinés à en faciliter le manie-ment.

Art. 72. — Les caisses ou autres enveloppes contenant des explosifs de sûreté seront chargées dans des wagons couverts et à panneaux pleins ne renfermant aucune autre substance explo-sible.

PÉTARDS POUR SIGNAUX D'ARRÊT SUR LES CHEMINS DE FER.

Art. 73. — Les pétards pour signaux d'arrêt sur les chemins de fer doivent être emballés, de façon à ne pouvoir se toucher l'un l'autre ni toucher un autre corps dur, dans des caisses en planches d'une épaisseur de 15 millimètres au moins. Le poids brut de ces caisses ne doit pas dépasser 15 kilogrammes.

Art. 74. — Le chargement ne peut être effectué que dans des wagons couverts et à panneaux pleins.

VÉLO-TORPILLES, PÉTARDS POUR VÉLOCIPÉDISTES ET ENGINS ANALOGUES.

Art. 75. — Les vélo-torpilles, les pétards pour vélocipédistes et les autres engins analogues doivent être revêtus individuelle-ment d'une bourre protectrice et enfermés, au nombre de dix a plus, dans des boîtes en carton. Ces boîtes sont emballées elles-mêmes, au nombre maximum de cinq, dans de petites caisses et bois de 10 à 12 millimètres d'épaisseur.

Art. 76. — Le chargement ne peut être effectué que dans des wagons couverts et à panneaux pleins, et il est interdit de charger ensemble plus de cinq petites caisses.

POIS FULMINANTS.

Art. 77. — Les pois fulminants ne doivent pas contenir plus de 3 grammes de fulminate d'argent pour 1.000 pois.

Art. 78. — Ils doivent être enfermés, au nombre de mille au plus, dans des boîtes de carton garnies de sciure de bois et enveloppées dans du papier. Ces boîtes doivent être placées dans des récipients en forte tôle ou dans de solides caisses en bois d'un volume maximum de 0^m^c5, et emballées de façon à ne pouvoir se déplacer. Un espace de 30 millimètres, rempli de sciure de bois, de paille, d'étaupe ou d'autre matière analogue, doit séparer les parois de la caisse de son contenu.

Art. 79. — Le chargement ne peut être effectué que dans des wagons couverts et à panneaux pleins.

SOIES SOUPLES OU SCHAPPES EN ÉCHEVEAUX, CORDONNETS OU DÉCHETS,
TEINTES EN NOIR.

Art. 80. — Les soies souples ou schappes, en écheveaux, cordonnets ou déchets, teintes en *gros noir*, ne seront admises au transport que parfaitement lavées et complètement desséchées.

Les expéditions en petite vitesse de ces matières ne sont acceptées que du 1^{er} octobre au 1^{er} mai. Pendant le reste de l'année les expéditions en grande vitesse sont seules admises.

Art. 81. — Ces produits doivent être emballés, par paquets de 10 kilogrammes au maximum, dans des caisses à claire-voie. La largeur des caisses ne doit pas excéder la plus grande dimension des paquets ; les paquets doivent être isolés, en tout sens, les uns des autres, par des traverses laissant entre deux paquets consécutifs un espace vide pour la circulation de l'air ; le poids des caisses ne doit pas excéder 60 kilogrammes.

Art. 82. — Les soies souples ou schappes, en écheveaux, cordonnets ou déchets, teintes en noir, mais non en *gros noir*, sont acceptées sans conditions d'emballage ; seulement elles doivent être accompagnées d'une déclaration de l'expéditeur qu'elles ne

sont ni teintes en *gros noir*, ni dans un état où elles puissent présenter des dangers d'inflammation spontanée.

Art. 83. — Le chargement de ces matières ne peut être effectué que dans des wagons couverts et à panneaux pleins.

FILS A BASE DE NITRO-CELLULOSE OU FILS NITRÉS.

Art. 84. — Les fils à base de nitro-cellulose ou fils nitrés sont admis au transport dans des caisses métalliques ou des tonneaux en bois, hermétiquement fermés et contenant un excès d'eau facile à vérifier par l'agitation du récipient.

Ils sont également admis au transport dans des caisses métalliques parfaitement étanches. Dans ce dernier cas, la déclaration d'expéditeur doit certifier que chaque bobine de fil nitré est enveloppée d'une toile bien mouillée.

Art. 85. — Le chargement de ces matières ne peut être effectué que dans des wagons couverts et à panneaux pleins.

CHARBON DE BOIS EN POUDRE. — HOUILLE MOULUE OU PULVÉRISÉE. — NOIR DE FUMÉE ET AUTRES ESPÈCES DE SUIES.

Art. 86. — Le charbon de bois en poudre fine ou en grains, la houille moulue ou pulvérisée, le noir de fumée et les autres espèces de suies doivent être contenus dans des enveloppes ou récipients fermés de nature quelconque offrant toutes garanties contre le tamisage.

La déclaration d'expédition doit certifier que le charbon de bois en poudre est dans un état tel qu'il ne soit pas susceptible de s'enflammer spontanément.

CARBURE DE CALCIUM.

Art. 87. — Le carbure de calcium doit être contenu dans des vases métalliques bien fermés et complètement étanches.

Art. 88. — Le transport ne peut être effectué que dans des wagons couverts et à panneaux pleins.

ESPRIT-DE-BOIS BRUT. — ALCOOL MÉTHYLIQUE OU ESPRIT-DE-BOIS
RECTIFIÉ. — ACÉTONE.

Art. 89. — L'esprit-de-bois brut, l'alcool méthylique ou esprit-de-bois rectifié, et l'acétone, à moins d'être transportés dans des wagons-citernes spéciaux ou dans des vases métalliques parfaitement étanches et hermétiquement bouchés, doivent être contenus dans des récipients en gutta-percha bien fermés, dans des fûts cerclés en fer et bien bouchés, ou dans des touries en verre ou en grès bien bouchées et bien emballées dans des corbeilles ou enveloppes en osier solidement tressées et munies de poignées pour en faciliter le maniement.

Est également admis le mode d'emballage dit *au linogomme*, défini à l'article 59 ci-dessus.

Art. 90. — Lorsque le chargement est fait dans des wagons fermés, ces wagons doivent être munis d'ouvertures disposées de manière à assurer la ventilation de l'intérieur du wagon.

HUILES MINÉRALES BRUTES OU RECTIFIÉES N'ÉMETTANT QU'AU-DESSUS
DE 35° C. DES VAPEURS INFLAMMABLES : HUILES LAMPANTES, ETC.

Art. 91. — Les huiles minérales classées en troisième catégorie ne seront admises au transport comme telles que si elles sont accompagnées d'une déclaration de l'expéditeur certifiant que les vapeurs émises par ces produits sont inflammables seulement quand le liquide est chauffé à plus de 35° C.

Art. 92. — Les huiles minérales classées dans la troisième catégorie et les autres produits de même degré d'inflammabilité préparés avec ces substances, à moins d'être transportés dans des wagons spéciaux ou dans des fûts ou bidons métalliques parfaitement étanches et hermétiquement fermés, doivent être contenus dans des fûts cerclés de fer complètement étanches et bien bouchés ou dans des touries en verre ou en grès ou dans des bouteilles bien bouchées et bien emballées dans des corbeilles ou enveloppes en osier solidement tressées et garnies de poignées pour en faciliter la manutention.

Est également admis le mode d'emballage dit *au linogomme* défini à l'article 59 ci-dessus.

Les récipients ne doivent pas être complètement remplis.

Art. 93. — Lorsque le chargement est fait dans des wagons fermés, on doit ménager par des ouvertures latérales, volets ou jalousies, un courant d'air suffisant pour entraîner les vapeurs qui se dégageraient à l'intérieur ; les corbeilles ou enveloppes contenant les touries ou les bouteilles doivent être solidement assujetties et placées l'une à côté de l'autre, sans superposition.

ACIDE SULFURIQUE ANHYDRE OU ANHYDRIDE.

Art. 94. — L'acide sulfurique anhydre ou anhydride ne peut être transporté que dans des boîtes ou bouteilles en métal, ou bien dans des touries ou des bouteilles en verre épais ou en grès ; l'ouverture de ces récipients doit être hermétiquement bouchée, mastiquée et revêtue d'une enveloppe d'argile.

Les touries et les bouteilles en verre ou en grès doivent être entourées d'une substance inorganique fine, telle que laine minérale, terre d'infusoires, cendres, etc., et solidement emballées dans des corbeilles munies de poignées pour en faciliter la manutention ou dans de fortes caisses de bois. Elles seront placées debout.

Sur chaque caisse une inscription indiquera le côté du dessus et rappellera la nécessité de toujours maintenir les caisses à plat sur leur fond pendant le transport ou pendant le séjour sur les quais des gares.

ACIDE SULFURIQUE DE NORDHAUSEN.

Art. 95. — L'acide sulfurique de Nordhausen, à moins d'être transporté dans des wagons spéciaux ou dans des fûts métalliques parfaitement étanches et hermétiquement bouchés, devra être contenu dans des bouteilles ou dans des bonbonnes de verre ou de grès ou dans des caisses ou bouteilles en fer ou en cuivre bien bouchées.

Les bonbonnes seront emballées dans des corbeilles ou enveloppes en osier munies de poignées pour en faciliter la manutention.

Les bouteilles seront placées debout dans des caisses en planches de 1 centimètre au moins d'épaisseur.

Les bonbonnes et les bouteilles en verre ou en grès seront entourées de matière inorganique absorbante et bien protégées contre les chocs.

On pourra également faire usage de bonbonnes garnies de liège ou de l'emballage dit *au linogomme*, défini à l'article 59 ci-dessus, à condition que les bouchons seront de nature à ne pas être attaqués par l'acide.

Sur chaque caisse une inscription indiquera le côté du dessus et rappellera la nécessité de toujours maintenir les caisses à plat sur leur fond pendant le transport ou pendant le séjour sur les quais des gares.

Matières de la quatrième catégorie.

**MUNITIONS DE SÛRETÉ. — BONBONS FULMINANTS. — FEUX DE BENGALÉ.
PAPIERS NITRÉS. — BOUGIES ET LANCES FULMINANTES. — ALLUMETTES
MUNIES D'UN FEU DE BENGALÉ.**

Art. 96. — Les munitions de sûreté sont les munitions dont les conditions de fabrication et d'emballage sont telles que l'explosion de l'une d'entre elles, ne se communiquant que partiellement et incomplètement aux munitions voisines, ne puisse déterminer l'explosion en masse des munitions contenues dans la même caisse.

Ne seront transportées comme munitions de sûreté que celles dont les fabricants se seront munis d'un certificat du service des poudres et salpêtres ou de l'artillerie attestant qu'elles peuvent être transportées comme telles.

Art. 97. — Les munitions de sûreté ci-après dénommées : cartouches à douille métallique, cartouches à douille en carton garnie d'un revêtement métallique, étoupilles ordinaires, électriques, obturatrices, à friction ou à percussion, fusées à friction employées pour la mise de feu aux grenades à main, fusées percutantes, fusantes, à double effet, bouchons porte-retard, doivent être renfermées dans des boîtes de carton ou de fer-blanc. Ces boîtes seront emballées dans des caisses en planches dont les parois auront au moins 18 millimètres d'épaisseur.

Chaque caisse ne devra renfermer qu'une seule et même espèce de munitions, ne devra contenir aucune autre matière explosible ou facilement inflammable et ne devra pas peser plus de 100 kilogrammes. Les caisses pesant brut plus de 10 kilogrammes seront munies de poignées ou de liteaux pour en faciliter le maniement. L'emballage devra être fait solidement et de manière qu'il n'y ait pas d'espaces vides dans les caisses.

Art. 98. — Les munitions de sûreté ci-après dénommées : amorces en poudre n° 1 en boîtes de fer-blanc, amorces en poudre n° 3 même en boîtes de carton, amorces Flobert et cartouches Flobert à petit plomb en boîtes de fer-blanc, appareils percutants pour cartouches à percussion centrale même en boîtes de carton, capsules pour armes à feu, pastilles fulminantes pour munitions d'armes portatives, amorces non détonantes pour projectiles, les bonbons fulminants, les feux de Bengale préparés à la laque ou feux de Bengale de salon sans amorces, les papiers nitrés, les bougies fulminantes, les lances fulminantes et les allumettes munies d'un feu de Bengale doivent être emballés dans des caisses en planches dont les parois auront au moins 18 millimètres d'épaisseur. Les caisses pesant brut plus de 10 kilogrammes seront munies de poignées ou de liteaux pour en faciliter le maniement. L'emballage devra être fait solidement et de manière qu'il n'y ait pas d'espaces vides dans les caisses.

Les bonbons fulminants, avant d'être emballés dans les caisses en bois, doivent être enfermés dans des boîtes en carton, à raison de douze au plus par boîte.

Art. 99. — Le chargement des munitions de sûreté et des autres produits énumérés à l'article précédent ne peut avoir lieu que dans des wagons couverts et à panneaux pleins.

MÊCHES DE MINEURS NON AMORCÉES.

Art. 100. — Les mèches de mineurs non amorcées doivent être emballées dans des caisses ou dans des barils en bois hermétiquement fermés.

Art. 101. — Ces caisses ou barils ne peuvent être transportés que dans des wagons couverts et à panneaux pleins.

BALLONS CAPTIFS, DITS BALLONS D'ENFANTS, GONFLÉS AVEC UN GAZ INFLAMMABLE.

Art. 102. — Les ballons captifs, dits *ballons d'enfants*, quand ils sont gonflés avec un gaz inflammable, ne sont admis au transport qu'emballés dans des cartons, boîtes ou caisse hermétiquement fermés.

Art. 103. — Ils doivent être chargés dans des wagons couverts à panneaux pleins.

Toutefois ils peuvent être admis dans les voitures à voyageurs, à la condition d'être tenus en laisse à la main, au nombre de deux au plus.

**GAZ, AUTRES QUE L'ACÉTYLÈNE, COMPRIMÉS A 15 KILOGRAMMES
AU PLUS PAR CENTIMÈTRE CARRÉ.**

Art. 104. — Les gaz, autres que l'acétylène, comprimés à 15 kilogrammes au plus par centimètre carré, doivent être renfermés dans des récipients métalliques solidement établis.

Ces récipients seront soumis au préalable, aux frais des intéressés, à une épreuve officielle constatant qu'ils supportent, sans fuites ni déformations permanentes, une pression supérieure de 4 kilogrammes à la pression maxima à laquelle ils peuvent être soumis en service.

Cette épreuve sera renouvelée tous les dix ans.

**ACÉTYLÈNE GAZEUX COMPRIMÉ A UNE PRESSION
DE 1 KILOGRAMME AU PLUS PAR CENTIMÈTRE CARRÉ.**

Art. 105. — L'acétylène gazeux comprimé à une pression de 1 kilogramme au plus par centimètre carré peut être transporté dans des récipients métalliques.

Les robinets et les soupapes, non plus que les récipients, ne devront être en cuivre ni en alliage de cuivre.

**ESSENCE DE TÉRÉBENTHINE. — HUILES DE MAUVAISE ODEUR. —
AMMONIAQUE.**

Art. 106. — L'essence de térébenthine et les huiles de mauvaise odeur, ainsi que l'ammoniaque ou alcali volatil, ne sont transportés que sur des wagons découverts ou dans des wagons fermés munis d'ouvertures disposées de manière à assurer la ventilation de l'intérieur du wagon.

ESSENCE DE MIRBANE OU NITRO-BENZINE.

Art. 107. — L'essence de mirbane ou nitro-benzine doit être mise dans des fûts bien fermés et bien étanches ou dans des touries ou bouteilles bien bouchées et bien emballées dans des corbeilles ou enveloppes solidement établies.

Est également admis le mode d'emballage dit *au linogomme*, défini à l'article 59 ci-dessus.

Les récipients ne doivent pas être complètement remplis.

ANILINE OU HUILE D'ANILINE.

Art. 108. — L'aniline ou huile d'aniline devra être emballée dans des estagnons en fer, dans des fûts à pétrole ou dans des barils solidement établis et cerclés, parfaitement étanches.

FOIN. — PAILLE. — JONCS. — ALFA. — DISS. — CRIN VÉGÉTAL. — TOURBE. — COTON. — MATIÈRES À FILER VÉGÉTALES ET LEURS DÉCHETS. — ROGNURES DE PAPIER. — SCIURE, PÂTES SÈCHES ET COPEAUX DE BOIS. — MÉLANGES. — SOUFRE. — PAPIER GRAISSÉ OU HUILÉ ET FUSEAUX DE CE PAPIER.

Art. 109. — Les objets auxquels le feu peut être facilement communiqué : foin, paille, *y compris les pailles de maïs, de riz et de lin*, joncs, *à l'exclusion du jonc d'Espagne*, alfa, diss, crin végétal, tourbe *à l'exception de la tourbe mécanique ou comprimée*, coton, matières à filer végétales et leurs déchets, rognures de papier, sciure de bois, pâtes de bois sèches, copeaux de bois, produits préparés au moyen d'un mélange de résidus de pétrole, de résine et d'autres substances semblables avec des corps poreux inflammables, soufre, papier graissé ou huilé et fuseaux de ce papier, doivent, lorsqu'ils sont transportés sur des wagons découverts, être bâchés de telle sorte que la surface supérieure du chargement au moins soit couverte.

CELLULOÏD.

Art. 110. — Le celluloïd doit être emballé dans des caisses faites de planches bien jointives.

PHOSPHORE AMORPHE OU ROUGE.

Art. 111. — Le phosphore amorphe ou rouge doit être renfermé dans des cylindres métalliques étanches, contenus eux-mêmes dans des caisses en bois faites de planches bien jointives.

RÉSINE ET GOUDRON LIQUIDES. — BRAI GRAS.

Art. 112. — La résine et le goudron liquides, ainsi que le brai gras, doivent être renfermés dans des fûts solidement établis.

BIOXYDE DE BARYUM ET PEROXYDE DE SODIUM.

Art. 113. — Le bioxyde de baryum et le peroxyde de sodium doivent être emballés dans des récipients parfaitement étanches et incombustibles, munis d'un bouchage hermétique et également incombustibles. Si ces récipients sont fragiles, ils doivent être protégés contre les chocs, de manière à ne pouvoir se briser ni pendant leur manutention, ni en cours de route.

SULFURE DE SODIUM. — COKES A BASE DE SOUDE.

Art. 114. — Le sulfure de sodium brut, non cristallisé, ainsi que les cokes à base de soude (produits accessoires obtenus dans la fabrication des huiles de goudron) doivent être enfermés dans des récipients en tôle hermétiquement clos.

Le sulfure de sodium raffiné, cristallisé, n'est admis au transport que dans des tonneaux ou autres récipients imperméables à l'eau.

NITRITE D'AMMONIAQUE.

Art. 115. — Le nitrite d'ammoniaque ne peut être expédié que dans des récipients non hermétiquement fermés.

Si l'expédition a lieu en touries, bouteilles ou cruchons, ces récipients doivent être bien emballés et placés dans des caisses en bois ou dans des paniers solides, pourvus les uns et les autres de poignées.

Est également admis l'emballage dit *au linogomme*, défini à l'article 59 ci-dessus.

LEVURE LIQUIDE OU SOLIDE.

Art. 116. — La levure liquide ou solide n'est acceptée au transport que dans des récipients non hermétiquement fermés, à

moins que l'expéditeur ne déclare prendre toute la responsabilité de l'expédition faite en vase clos.

BISULFATE DE SOUDE.

Art. 117. — Le bisulfate de soude doit être contenu dans des récipients étanches.

LIQUIDES ACIDES OU CAUSTIQUES NON DÉNOMMÉS AUX 1^{re}, 2^e ET 3^e CATÉGORIES, NOTAMMENT : ACIDE SULFURIQUE DU COMMERCE, ACIDE MURIATIQUE, ACIDES GOUDRONNEUX ET FÈCES ACIDES DES RAFFINERIES D'HUILE, LESSIVES CAUSTIQUES, CHLORURE DE SOUFRE, EN BONBONNES OU EN BOUTEILLES.

Art. 118. — Les liquides acides ou caustiques, tels que l'acide sulfurique du commerce, l'esprit-de-vitriol, l'acide muriatique, l'acide chlorhydrique, les acides goudronneux et les fèces acides des raffineries d'huile, les lessives caustiques de potasse ou de soude, le chlorure de soufre, à moins d'être transportés dans des wagons spéciaux, ou dans des fûts ou bidons parfaitement étanches et hermétiquement fermés, doivent être contenus dans des bouteilles ou dans des bonbonnes en verre ou en grès bien bouchées.

Les bonbonnes doivent être emballées dans des corbeilles ou enveloppes en osier munies de poignées pour en faciliter la manutention ; les bouteilles doivent être bien emballées et placées debout dans des caisses en planches de 1 centimètre au moins d'épaisseur, de manière à être protégées contre les chocs.

On pourra également faire usage de bonbonnes garnies de liège ou de l'emballage dit *au linogomme*, défini à l'article 59 ci-dessus. Sur chaque caisse, une inscription indiquera le côté du dessus et rappellera la nécessité de toujours maintenir les caisses à plat sur leur fond pendant le transport ou pendant le séjour sur les quais des gares.

LIQUIDES ACIDES, LIQUIDES CAUSTIQUES, HUILES MINÉRALES ET AUTRES LIQUIDES INFLAMMABLES, à l'exception de ceux de ces produits qui sont classés dans la première catégorie et de l'acide nitrique du commerce, LORSQU'ILS SONT RENFERMÉS DANS DES WAGONS SPÉCIAUX OU DANS DES FÛTS OU BIDONS MÉTALLIQUES PARFAITEMENT ÉTANCHES ET HERMÉTIQUEMENT FERMÉS.

Art. 119. — Les liquides acides ou caustiques, les huiles minérales et autres liquides inflammables, à l'exception de ceux de ces produits qui sont classés dans la première catégorie et de l'acide nitrique du commerce, seront toujours transportés comme matières de la 4^e catégorie, quand ils seront renfermés dans des wagons spéciaux ou dans des fûts ou bidons métalliques parfaitement étanches et hermétiquement fermés.

Les wagons spéciaux devront être établis dans des conditions reconnues satisfaisantes par la compagnie sur laquelle se trouve l'usine expéditrice.

Les fûts devront être assez résistants pour ne pas être déformés par les chocs auxquels ils sont exposés au cours du transport. Les bidons devront être emballés dans des caisses ou paniers, de manière à être garantis contre les chocs.

Les récipients ne devront pas être complètement remplis.

PRODUITS DE DROGUERIE ET PRODUITS PHARMACEUTIQUES EXPÉDIÉS AU DÉTAIL.

Art. 120. — Les produits de droguerie et les produits pharmaceutiques dénommés dans les 2^e, 3^e et 4^e catégories, lorsqu'ils seront expédiés au détail, pourront être transportés comme s'ils étaient tous de la 4^e catégorie. Ils devront alors être emballés avec soin dans des paniers, et les flacons contenant des liquides devront avoir leurs bouchons solidement fixés de manière à ne pouvoir se déplacer en cours de route.

Aucun paquet ou récipient ne pourra renfermer plus de 1 kilogramme ou de 1 litre de chacun de ces produits.

Art. 121. — Les produits appartenant à la première catégorie et les explosifs de toute catégorie ne pourront faire l'objet d'expéditions de ce genre.

AUTRES MATIÈRES DE LA QUATRIÈME CATÉGORIE.

Art. 122. — Les autres matières de la quatrième catégorie ne sont assujetties à aucune disposition spéciale pour le conditionnement, l'emballage ou le chargement.

Toutefois les vases contenant des liquides inflammables seront refusés, s'ils ne sont pas bien bouchés.

Matières de la cinquième catégorie
(Vénéneuses).

SUBSTANCES ARSENIQUES NON LIQUIDES.

Art. 123. — Les substances arsenicales non liquides, notamment l'acide arsénieux ou fumée arsenicale coagulée, le vert de Scheele, le vert de Schweinfurth, l'arsenic jaune ou sulfure d'arsenic ou orpiment, l'arsenic rouge ou réalgar, l'arsenic natif, le cobalt arsenical écailleux ou pierre à mouches, ne sont admises au transport que :

Dans des sacs en papier entoilé et goudronné, emballés dans des tonneaux ou dans des caisses consolidés au moyen de cercles ou de bandes de fer ou de bois. Des bandes de papier entoilé et goudronné doivent être collées sur les joints du tonneau à l'intérieur ;

Dans des tonneaux en bois de chêne bien sec, à parois épaisses de 15 millimètres au moins, à douves parfaitement jointives, consolidés par des cercles en fer ;

Dans des sacs de toile goudronnée, emballés dans des tonneaux de bois fort et sec, dont les joints sont recouverts intérieurement de papier goudronné ;

Ou dans des cylindres en fer-blanc soudés, qui soient revêtus d'une enveloppe de bois solide et dont les fonds soient consolidés au moyen de cercles.

SUBSTANCES ARSENIQUES LIQUIDES.

Art. 124. — Les substances arsenicales liquides, particulièrement l'acide arsénique, peuvent être transportées dans des récipients de métal, de bois ou de caoutchouc, ou bien dans des bonbonnes ou bouteilles en verre ou en grès, bien bouchées.

Les bonbonnes doivent être bien emballées dans des corbeilles ou enveloppes en osier, munies de poignées pour en faciliter la manutention. Les bouteilles doivent être bien emballées et placées dans des caisses en planches de 1 centimètre au moins d'épaisseur, de manière à être protégées contre les chocs.

Est également admis le mode d'emballage dit *au linogomme*, défini à l'article 59 ci-dessus.

PRODUITS VÉNÉNEUX.

Art. 125. — Les autres produits vénéneux, particulièrement les produits mercuriels, tels que sublimé, calomel, précipité blanc et rouge, vermillon, cinabre, les préparations de plomb, telles que litharge ou massicot, minium, sucre de Saturne et autres sels de plomb, céruse et autres couleurs à base de plomb, les cendres d'antimoine, le cyanure de potassium, les sels d'aniline, doivent être contenus dans des tonneaux ou caisses bien joints, faits de bois sec et solide, consolidés au moyen de cercles ou de bandes de bois ou de fer, de manière que, malgré les secousses et chocs inévitables dans le transport, le contenu des récipients ne puisse tamiser.

Matières de la sixième catégorie (Infectes).

Art. 126. — Les matières de la sixième catégorie ne peuvent être chargées que sur des wagons découverts.

Si les wagons sont recouverts de bâches, celles-ci devront être imperméables. Elles seront fournies par les expéditeurs.

Art. 127. — Les frais de désinfection éventuelle des wagons, bâches ou récipients en retour ayant servi au transport des matières de la sixième catégorie sont à la charge des expéditeurs.

GADOUES VERTES ET NOIRES.

Art. 128. — Les gadoues vertes peuvent être chargées en vrac.

Art. 129. — Les gadoues noires ne sont acceptées que du 1^{er} octobre au 1^{er} avril; elles doivent être enfermées dans des récipients étanches.

DÉCHETS D'ANIMAUX. — MATIÈRES FÉCALES.

Art. 130. — Les déchets d'animaux sujets à putréfaction, tels que carnasses non chaulées, débris frais de peau non chaulés, résidus de fonte de suifs, graisses, boyaux verts, sang non desséché, et les matières fécales doivent être contenus dans des wagons spéciaux, tonneaux ou caisses fermés et étanches.

Art. 131. — Les récipients vides ayant contenu ces matières ne peuvent être transportés qu'après avoir été désinfectés efficacement aux frais des expéditeurs.

PEAUX FRAÎCHES ET CUIRS VERTS NON SALÉS.

Art. 132. — Les peaux fraîches et les cuirs verts non salés peuvent être chargés en vrac.

OS FRAIS. — TENDONS. — CORNES. — ONGLONS. — SABOTS.

Art. 133. — Les os frais, tendons, cornes, onglons et sabots peuvent être enfermés dans des sacs du 1^{er} octobre au 30 avril: ils doivent être contenus dans des tonneaux hermétiquement clos du 1^{er} mai au 30 septembre.

Toutefois les cornes, onglons et sabots auxquels n'adhère aucune matière putrescible peuvent être chargés en vrac.

CAILLETES DE VEAU FRAÎCHES.

Art. 134. — Les caillettes de veau fraîches ne sont admises au transport que si elles ont été débarrassées de tout reste d'aliments et salées.

Art. 135. — Elles doivent être renfermées dans des récipients étanches. Une couche de sel d'environ 1 centimètre d'épaisseur doit être répandue au fond des récipients et sur la couche supérieure des caillettes.

TITRE IV.

TRANSPORT.

Matières de la première catégorie.

EXPLOSIFS.

Art. 136. -- Le transport des explosifs ne peut, dans aucun cas, être effectué par les trains contenant des voyageurs.

Toutefois les munitions de guerre chargées dans des caissons d'artillerie, quelle que soit leur composition (poudre, dynamite, mélinite, etc.), peuvent être transportées par les trains militaires spéciaux affectés au transport des troupes.

Ne sont d'ailleurs pas considérés comme voyageurs les agents de l'État ou de l'industrie privée chargés d'accompagner certaines expéditions.

Art. 137. — Sur les lignes où ne circulent pas de trains de marchandises réguliers, les compagnies sont tenues d'assurer le transport des explosifs aux conditions des tarifs en vigueur et par tels moyens qu'elles jugent convenables.

Art. 138. — Les wagons chargés d'explosifs doivent toujours être munis de tampons à ressort et précédés et suivis d'un wagon au moins également pourvu de ces tampons.

Art. 139. — Un train ne peut recevoir plus de dix wagons chargés d'explosifs. Ces wagons doivent être placés, autant que possible, vers le milieu du train.

Ils doivent toujours être précédés et suivis de trois wagons couverts et à panneaux pleins ne contenant pas d'autres matières de la première catégorie ou de trois wagons découverts vides.

Toutefois les wagons découverts peuvent être chargés, si leur chargement ne comporte pas de matières facilement inflammables, telles que paille, foin, charbon de bois, huiles minérales et autres substances analogues.

Les expéditeurs peuvent exiger, par une mention spéciale inscrite sur la déclaration d'expédition, qu'un ou plusieurs de ces six wagons soient remplacés à leurs frais par un pareil nombre de wagons vides.

Art. 140. — Les wagons chargés d'explosifs ne peuvent être manœuvrés au moyen de machines-locomotives qu'à condition

d'en être séparés par trois wagons couverts à panneaux pleins ou par trois wagons découverts ne renfermant aucune matière facilement inflammable. Les manœuvres doivent s'effectuer avec une vitesse ne dépassant pas celle d'un homme marchant au pas. Les manœuvres par lancement sont interdites pour ces wagons.

Les trains de marchandises contenant des wagons chargés d'explosifs peuvent, d'ailleurs, être remorqués, dans les cas prévus aux règlements, par deux machines placées l'une à l'avant, l'autre à l'arrière, sous la réserve de l'observation des dispositions de l'article 139 (§§ 2, 3 et 4).

Art. 141. — Un train portant de la dynamite peut transporter de la poudre, mais il ne doit pas recevoir de fulminates ou autres produits détonants. Toutefois, dans un train exclusivement affecté à des transports militaires, les caisses d'amorces fulminantes peuvent être admises, à condition de n'être pas chargées sur les mêmes wagons que la dynamite, la mélinite, la crésylite, l'acide picrique ou la poudre.

Art. 142. — Il est interdit de faire stationner sous les halles couvertes les wagons chargés de dynamite et de laisser les caisses en dépôt sur les quais.

Art. 143. — Les clefs des cadenas ou serrures des wagons contenant de la dynamite, de la mélinite, de la crésylite ou de l'acide picrique (V. art. 16 et 18), seront envoyées après la fermeture à la gare destinataire par les soins de la gare expéditrice ou remises à l'agent qui, au départ de chaque train, devra être spécialement chargé de la surveillance de ces wagons pendant toute la durée du transport. A la gare de destination, un agent devra garder les wagons jusqu'à l'enlèvement de leur chargement par le destinataire ou jusqu'à l'arrivée de la garde que la compagnie doit demander d'après l'article suivant, lorsque le chargement n'est pas enlevé dans le délai de trois heures après l'arrivée du train.

Art. 144. — Les expéditions d'explosifs sont soumises aux conditions suivantes de surveillance dans les gares de départ et d'arrivée :

Gare de départ. — L'escorte, soit militaire pour les explosifs de l'État, soit civile pour la dynamite de l'industrie privée, qui accompagne l'envoi jusqu'à la gare expéditrice, est tenue de le garder jusqu'au départ du train.

Gare d'arrivée. — Si le chargement n'est pas enlevé dans un délai de trois heures après l'arrivée du train, les compagnies doivent demander à l'autorité compétente une garde militaire

dans le cas où le destinataire est un service de l'État, une garde civile dans tous les autres cas.

Dans le cas de garde militaire, la gendarmerie ne peut être requise que pour cause d'extrême urgence ou d'éloignement d'une ville de garnison. La garde civile peut être composée en tout ou en partie d'agents des compagnies de chemins de fer.

Art. 145. — Exceptionnellement, certaines expéditions d'explosifs déterminées par l'autorité militaire pourront, *quel qu'en soit le poids*, être escortées, même pendant leur transport sur les voies ferrées.

Dans ce cas, au lieu de départ, l'escorte est requise par l'agent du ministère de la guerre chargé de l'expédition. Le commandant de gendarmerie, à qui la réquisition est adressée, transmet d'urgence aux commandants des villes où l'escorte doit être relevée un avis faisant connaître le jour du départ.

Un second avis semblable, indiquant le jour et l'heure d'arrivée du train, est transmis aux mêmes autorités par les compagnies de chemin de fer, à la diligence des chefs de gare. En outre, ces compagnies préviennent les commissaires de surveillance administrative des gares de départ et d'arrivée et de toute station où un transbordement doit avoir lieu, afin que la manutention des chargements puisse être surveillée.

L'escorte est toujours composée de deux militaires au moins.

Si, pour une cause quelconque, l'escorte manque, soit au point de départ, soit à un des points de relais, le transport n'est pas différé; mais avis de cette circonstance est transmis par le télégraphe à la gare du relais suivant, pour être communiqué immédiatement au commandant de la gendarmerie dans cette localité.

Art. 146. — L'escorte préposée à la garde, en cours de route, des expéditions visées au précédent article, prend place, à la volonté de l'autorité militaire, soit avec les conducteurs du train, soit, à raison de deux hommes au plus par wagon, dans les mêmes wagons que le chargement dont elle a la surveillance.

Pendant le séjour momentané dans les gares des wagons qu'elle doit surveiller, l'escorte ne doit jamais les perdre de vue ni s'en éloigner.

Il est formellement interdit aux agents du train, sauf cas de force majeure, de monter dans les wagons pendant le trajet.

Art. 147. — La composition des escortes et des gardes, l'autorité à laquelle les Compagnies doivent les demander, le montant

des indemnités à leur allouer et le mode de règlement de ces indemnités sont déterminés par les administrations compétentes.

Art. 148. — Les Compagnies sont prévenues vingt-quatre heures à l'avance des transports d'explosifs qu'elles auront à effectuer; avis spécial leur est adressé au sujet de ceux de ces transports qui doivent être escortés en cours de route.

Lorsque le trajet doit avoir lieu, en totalité ou en partie, sur des lignes à une seule voie, les compagnies sont prévenues trois jours à l'avance. Elles font connaître dans le plus bref délai à l'expéditeur le jour et l'heure du départ du train. Les livraisons aux gares se font en conséquence.

Toutefois ces prescriptions ne sont applicables aux chemins de fer tunisiens garantis ou algériens qu'aux époques où circulent des trains de marchandises dont la composition permet l'admission des matières dangereuses dont il s'agit.

Les explosifs remis par les agents de l'État sont reçus les dimanches et jours fériés, même après l'heure de fermeture.

Lorsque les explosifs doivent être expédiés par un train de nuit, ils sont amenés à la gare deux heures au moins avant le coucher du soleil et chargés dans les wagons avant la nuit.

Toute manutention d'explosifs pour un chargement, un déchargement, ou, si le besoin était, un transbordement, sera faite de jour.

Chaque expédition d'explosifs doit être faite par le plus prochain train susceptible de recevoir cette nature de chargement.

Elle doit être enlevée de la gare destinataire dans les douze heures de jour qui suivent son arrivée; si cette condition n'est pas remplie à la diligence du destinataire, la compagnie du chemin de fer est autorisée à faire cet enlèvement aux frais, risques et périls de ce dernier.

Art. 149. — Si les colis de dynamite ne sont pas acceptés par le destinataire, ils seront immédiatement retournés à l'expéditeur, qui sera tenu d'en prendre livraison aussitôt et de payer les frais pour le double transport et le camionnage.

Art. 150. — Les agents de l'État sont tenus de recevoir les voitures chargées d'explosifs, quelle que soit l'heure à laquelle elles se présentent; si elles arrivent la nuit, ils les font conduire à proximité des magasins et attendent jusqu'au jour pour faire opérer le déchargement.

Art. 151. — Lorsque le transport des explosifs devra être

effectué sur voie ferrée et par les soins des agents de l'État d'un magasin de l'État à une gare de chemin de fer, les wagons sur lesquels ils auront été chargés devront arriver à la gare deux heures au plus et une heure au moins avant le départ des trains qui devront emmener l'expédition. L'agent de l'État qui aura opéré le chargement restera responsable de l'observation des mesures de précaution prescrites par le présent règlement pour cette opération.

Réciproquement, lorsqu'un transport de même nature devra être effectué sur voie ferrée et par les soins des agents de l'État d'une gare de chemin de fer à un magasin de l'État, la prise en charge des wagons et leur départ de la gare devront être opérés dans un délai de deux heures au plus, à charge par la compagnie de prévenir vingt-quatre heures à l'avance l'autorité militaire de l'arrivée des wagons. L'agent de l'État qui sera chargé d'amener les wagons de la gare au magasin de l'État restera responsable de l'observation des mesures prescrites par le présent règlement pour cette opération.

Art. 152. — Sauf en ce qui concerne les expéditions visées à l'article 145 ci-dessus, le présent règlement n'est pas applicable aux expéditions d'explosifs autres que la dynamite, si elles pèsent moins de 250 kilogrammes, poids brut.

Toutefois les expéditions de moins de 250 kilogrammes seront placées dans des wagons fermés et couverts, ne contenant aucune matière explosible ou facilement inflammable, telle que paille, foin, charbon de bois, huiles minérales et autres substances analogues. Elles seront signalées d'une manière spéciale à l'attention du chef de train. Elles ne pourront d'ailleurs être transportées par les trains contenant des voyageurs.

MATIÈRES DE LA PREMIÈRE CATÉGORIE AUTRES QUE LES EXPLOSIFS.

Art. 153. — Le transport des matières de la première catégorie autres que les explosifs ne peut être effectué dans les trains contenant des voyageurs sur les lignes ou sections de ligne où circulent des trains de marchandises réguliers.

Sur les sections où ne circulent pas des trains de marchandises réguliers, ces matières pourront être transportées par trains mixtes, à la condition que les wagons les contenant soient placés derrière les voitures à voyageurs.

Par exception, les tubes d'oxygène comprimé ayant un dia-

mètre extérieur au plus égal à 10 centimètres et une longueur totale de 60 centimètres au maximum peuvent être transportés sur toutes les lignes par les trains de voyageurs. Le nombre des tubes transportés par un train ne peut pas dépasser dix.

Art. 154. — Les wagons chargés de ces matières doivent toujours être munis de tampons à ressort et précédés et suivis d'un wagon au moins également pourvu de ces tampons.

Art. 155. — Ils doivent toujours, sauf dans le cas prévu au dernier paragraphe de l'article 153, être séparés de la machine par deux wagons et des voitures à voyageurs par trois wagons couverts et à panneaux pleins ou par un même nombre de wagons découverts vides. Toutefois les wagons découverts pourront être chargés si leur chargement ne comporte pas de matières inflammables.

Matières de la deuxième catégorie.

Art. 156. — Les wagons chargés de matières de la deuxième catégorie doivent toujours être munis de tampons à ressort et précédés et suivis d'un wagon au moins également pourvu de ces tampons.

Art. 157. — Les matières de la deuxième catégorie sont exclues des trains portant des voyageurs sur les lignes ou sections de ligne où circulent des trains de marchandises réguliers, sous le bénéfice de la restriction indiquée à l'article 136, § 3.

Sur les sections où ne circulent pas de trains de marchandises réguliers, ces matières pourront être transportées par trains mixtes.

Art. 158. — Les wagons qui contiennent des matières de la deuxième catégorie doivent toujours être séparés de la machine par deux wagons et des voitures à voyageurs par trois wagons couverts et à panneaux pleins ou par trois wagons découverts vides.

Toutefois les wagons découverts peuvent être chargés, si leur chargement ne comporte pas de matières facilement inflammables, telles que paille, foin, charbon de bois, huiles minérales et autres substances analogues.

Les wagons contenant de la mélinite, de la crésylite ou de l'acide picrique doivent toujours être placés derrière les voitures à voyageurs.

Art. 159. — Toutes manutentions, chargement, déchargement

ou transbordement d'essences minérales ou autres produits émettant des vapeurs qui prennent feu au contact d'une flamme seront faites de jour.

Il est formellement interdit d'entrer avec une lumière dans des wagons qui renferment ces produits.

ÉCHANTILLONS DE BENZINE.

Art. 160. — Exceptionnellement, les échantillons de benzine expédiés par le service des contributions indirectes au laboratoire de la direction générale sont admis au transport en grande vitesse comme colis postaux aux conditions suivantes :

Chaque échantillon de benzine sera enfermé dans un petit flacon en verre d'une capacité d'environ 10 centilitres, hermétiquement bouché et emballé dans une caissette en bois ou en métal renfermant de la sciure de bois ou toute autre matière absorbante en quantité suffisante pour empêcher tout écoulement du liquide en cas de bris du flacon ; une étiquette bien apparente, apposée sur le dessus de la caissette, portera comme inscription : *Contributions indirectes. — Échantillons de benzine.*

Chaque colis ne se composera que d'un seul échantillon.

CHLORURE DE MÉTHYLE.

Art. 161. — Exceptionnellement, on pourra admettre au transport par grande vitesse, comme colis postaux, des flacons contenant 300 grammes au plus de chlorure de méthyle. Chaque flacon devra être isolé dans une caisse ne contenant aucun autre produit.

Matières de la troisième catégorie.

Art. 162. — Les wagons chargés de matières de la troisième catégorie doivent toujours être munis de tampons à ressort.

Art. 163. — Les explosifs de sûreté, les pétards, les vélo-torpilles, les pois fulminants sont exclus des trains portant des voyageurs sur les lignes ou sections de ligne où circulent des trains de marchandises réguliers.

Sur les lignes où ne circulent pas de trains de marchandises réguliers, ils peuvent être transportés par les trains mixtes.

Dans ces derniers trains les wagons qui les contiennent

doivent être séparés de la machine par deux wagons, des voitures à voyageurs qui les suivent par trois wagons et des voitures à voyageurs qui les précèdent par un wagon au moins. Les wagons isolateurs doivent être couverts et à panneaux pleins ou vides s'ils sont découverts. Toutefois les wagons découverts peuvent être chargés, si leur chargement ne comporte pas de matières facilement inflammables, telles que foin, paille, charbon de bois, huiles minérales et autres substances analogues.

Art. 164. — Les autres matières de la troisième catégorie sont admises sur toutes les lignes dans les trains portant des voyageurs.

Dans ces trains les wagons qui renferment ces matières peuvent occuper une place quelconque, s'ils sont couverts et à panneaux pleins ou complètement bâchés. Si ce sont des wagons découverts et non complètement bâchés et si leur chargement comporte, en outre, des matières facilement inflammables, telles que foin, paille, charbon de bois et autres substances analogues, ils doivent être séparés de la machine et des voitures à voyageurs, comme il est dit à l'article 163 ci-dessus.

Art. 165. — Les agents de chemins de fer peuvent emporter avec eux les pétards nécessaires pour leur service aux termes des règlements.

Matières de la quatrième catégorie.

Art. 166. — Les wagons contenant des matières de la quatrième catégorie peuvent occuper une place quelconque dans les trains de voyageurs, s'ils sont couverts à panneaux pleins ou complètement bâchés. S'ils ne remplissent pas ces conditions et si leur chargement comporte des matières facilement inflammables, ils doivent être séparés de la machine et des voitures à voyageurs par un wagon couvert et à panneaux pleins ou par un wagon découvert vide. Toutefois le wagon découvert peut être chargé, s'il ne comporte pas de matières facilement inflammables.

Art. 167. — Les militaires voyageant pour le service peuvent porter leurs cartouches dans la giberne ou dans le sac.

Art. 168. — Les voyageurs peuvent également porter leurs munitions de chasse sur leur personne ou dans un sac à main.

Matières de la cinquième catégorie.

Art. 169. — Les matières de la cinquième catégorie ne sont soumises à aucune condition spéciale de transport.

Matières de la sixième catégorie.

Art. 170. — Les matières de la sixième catégorie sont exclues des trains portant des voyageurs sur les lignes ou sections de ligne où circulent des trains de marchandises réguliers.

Sur les lignes où ne circulent pas des trains de marchandises réguliers, ces matières pourront être transportées par trains mixtes.

Les wagons chargés de ces matières devront alors être placés en queue des trains et séparés des voitures à voyageurs par un véhicule au moins.

Art. 171. — Les wagons chargés de matières de la sixième catégorie ne devront pas être différés en route par les compagnies de chemins de fer.

Art. 172. — Si les matières ne sont pas enlevées par les destinataires dans les délais ci-dessous fixés, l'enlèvement et le camionnage devront être effectués, par tous les moyens possibles, aux frais, risques et périls des destinataires.

En cas d'impossibilité absolue, les wagons devront être remisés, aux frais des destinataires, sur des voies de garage aussi éloignées que possible des habitations. Si besoin est, les matières seront désinfectées d'office aux frais des destinataires.

Art. 173. — Tous les frais supplémentaires de manutention, remisage, stationnement des wagons, etc., imposés par la négligence des expéditeurs ou destinataires qui ne rempliront pas leurs obligations dans les délais prescrits, seront exigibles à partir de l'expiration de ces délais.

GADOUES VERTES ET NOIRES.

Art. 174. — Les gadoues vertes doivent être chargées directement de voitures à wagons, dans un délai de deux heures à partir de l'entrée en gare, par les soins des expéditeurs ou, à défaut, aux frais de ceux-ci par les soins des compagnies.

Elles doivent être déchargées et enlevées des gares par les

soins des destinataires ou, à défaut, aux frais de ceux-ci et d'urgence, par les soins des compagnies dans un délai de six heures à partir de leur arrivée, non compris les périodes de nuit pendant lesquelles les gares sont fermées au public.

Art. 175. — Le chargement des gadoues noires doit être terminé dans le délai de deux heures à partir de l'entrée en gare, par les soins des expéditeurs ou, à défaut, aux frais de ceux-ci, par les soins des compagnies.

Le déchargement et l'enlèvement devront être effectués par les soins des destinataires, ou, à défaut, aux frais de ceux-ci et d'urgence, par les soins des compagnies dans un délai de trois heures, à partir de l'arrivée, non compris les périodes de nuit pendant lesquelles les gares sont fermées au public ; le délai sera porté à six heures, quand les récipients seront hermétiquement fermés.

Art. 176. — Les compagnies de chemins de fer devront faire connaître à l'avance au public les départs et les itinéraires des trains destinés à emporter de Paris et des grandes villes les gadoues vertes ou noires pour engrais, afin que les expéditeurs puissent apporter leurs marchandises au moment voulu pour le chargement. Les expéditeurs devront d'ailleurs prévenir les destinataires du départ des trains emmenant leurs marchandises et de leur arrivée à la gare destinataire en vue de l'enlèvement à cette gare dans les délais prescrits. Ils devront joindre à leur déclaration d'expédition une pièce signée d'eux mentionnant que cet avis préalable a été donné en temps utile ou inscrire cette mention sur la déclaration d'expédition elle-même.

DÉCHETS D'ANIMAUX SUJETS A PUTRÉFACTION. — MATIÈRES FÉCALES.

Art. 177. — Les déchets d'animaux sujets à putréfaction, tels que carnasses non chaulées, débris frais de peau non chaulés, résidus de fonte de suifs, graisses, boyaux verts, sang non desséché et les matières fécales, ne seront acceptés à destination des gares non pourvues d'un service de camionnage que sous le bénéfice d'une déclaration du destinataire remise au point d'expédition et spécifiant que l'enlèvement sera effectué dans le délai de six heures, non compris les périodes de nuit pendant lesquelles les gares sont fermées au public, à partir du moment où ce destinataire aura été avisé de l'arrivée par le télégraphe, la poste ou un exprès.

Si la gare destinataire est pourvue d'un service de camionnage, ces matières pourront, faute de la précédente déclaration, être acceptées avec l'ordre exprès donné par l'expéditeur de faire, à l'arrivée, le camionnage au domicile du destinataire. Dans ce cas les frais de désinfection éventuelle des voitures ayant servi à ce camionnage seront à la charge du destinataire.

PEAUX FRAÎCHES ET CUIRS VERTS NON SALÉS.

Art. 178. — Les prescriptions de l'article 174 ci-dessus sont applicables aux peaux fraîches et aux cuirs verts non salés.

OS FRAIS. — TENDONS. — CORNES. — ONGLONS. — SABOTS.

Art. 179. — Pour les os frais, les tendons et les cornes, onglons et sabots non complètement débarrassés de toute matière putrescible, on appliquera, à l'arrivée, les mesures édictées à l'article 174 pour les gadoues vertes.

TITRE V.

DISPOSITIONS DIVERSES.

Art. 180. — Le ministre des travaux publics règle les conditions dans lesquelles sont effectuées les épreuves officielles des récipients, prévues aux articles 25, 27, 29, 40 et 104, ainsi que le mode d'évaluation des frais et de leur recouvrement sur les intéressés.

Art. 181. — En temps de paix, l'autorité militaire, si l'intérêt public l'exige, peut requérir par écrit des dérogations aux dispositions du présent arrêté. Dans ce cas les compagnies de chemins de fer sont exonérées de toute responsabilité.

Art. 182. — En temps de guerre, le service des chemins de fer relevant tout entier de l'autorité militaire, le ministre de la guerre pourra apporter aux dispositions du présent arrêté toutes les modifications rendues nécessaires par les circonstances.

Art. 183. — Sont abrogés les arrêtés des 10 janvier 1879, 27 mai 1887 et 9 janvier 1888, ainsi que tous autres arrêtés et circulaires ayant pour objet le transport des matières visées par le présent règlement.

Art. 184. -- Le présent arrêté sera notifié aux compagnies de chemins de fer.

Il sera publié et affiché.

Art. 185. — Les préfets, ainsi que les fonctionnaires et agents du contrôle, sont chargés d'en surveiller l'exécution.

Paris, le 12 novembre 1897.

*Le Ministre
des travaux publics,*
A. TURREL.

*Le Ministre
de la guerre,*
BILLOT.

*Le Ministre
des finances,*
Georges COCHERY.

Décision ministérielle, du 23 novembre 1897, approuvant le procès-verbal de l'adjudication prononcée après déchéance (), le 10 du même mois, en faveur de M. LASSALLE, au prix de 500 francs, de la concession des mines de lignite et de schiste carbonifère de BOUTARRESSE (Puy-de-Dôme).*

(*) Arrêté ministériel du 10 avril 1896 (Volume de 1896, p. 321).

CIRCULAIRES ET INSTRUCTIONS

ADRESSÉES

AUX PRÉFETS, AUX INGÉNIEURS DES MINES, ETC.

CHEMINS DE FER. — INSTALLATION DES DORTOIRS DES MÉCANICIENS
ET CHAUFFEURS DANS LES DÉPÔTS.

A MM. les Administrateurs de la Compagnie du chemin de fer d

Paris, le 4 novembre 1897.

Messieurs, depuis longtemps mon administration se préoccupe du service des mécaniciens et chauffeurs qui intéresse à un si haut degré la sécurité et, par plusieurs circulaires, elle a réglé la durée du travail de ces agents, en leur assurant un repos minimum. Mais la fixation de ce minimum de repos serait illusoire si les intéressés ne pouvaient toujours en jouir d'une manière effective et complète dans les gares où les nécessités de l'exploitation les forcent fréquemment à séjourner. Il m'a donc paru indispensable de compléter à ce point de vue les dispositions libérales des circulaires antérieures.

J'ai, dans ce but, prescrit aux différents services de contrôle de procéder à une enquête minutieuse sur la situation, en ce qui concerne l'hygiène et le confort, des dortoirs mis à la disposition des mécaniciens et chauffeurs dans les divers dépôts.

Les résultats de cette enquête ont été soumis au comité de l'exploitation technique des chemins de fer.

Le comité a reconnu qu'il serait difficile de tracer, avec une entière précision, le programme des conditions que les dortoirs doivent remplir, les données du problème variant en effet avec le climat, la situation géographique des locaux, leur mode de construction et aussi avec les mœurs et les habitudes des agents qui les fréquentent. Mais il a pensé qu'il y avait des règles dont il importe de ne jamais s'écarter dans l'intérêt du bien-être et même de la santé des agents, savoir :

Suppression absolue des dortoirs établis à titre provisoire dans des wagons couverts, où la chaleur est excessive en été et le froid très rigoureux en hiver ;

Adjonction à chaque dortoir d'un lavabo alimenté par un robinet d'eau propre et pourvu d'un écoulement d'eaux sales;

Installation, à proximité de tout dortoir, de water-closets établis d'après les principes de l'hygiène;

Mise à la disposition et à la portée des agents d'eau potable, naturelle ou filtrée.

A côté de ces règles fondamentales, le comité a formulé un certain nombre de desiderata qui se justifient d'eux-mêmes, mais dont la réalisation ne lui a pas semblé pouvoir être imposée par voie de formule générale, à raison des conditions particulières à chaque espèce.

Ces desiderata sont les suivants :

Fixation d'une moyenne de 12 à 15 mètres cubes d'air par lit;

Ventilation facile et rapide des dortoirs ;

Maintien des locaux en bon état d'hygiène, de propreté et d'entretien;

Indépendance des réfectoires et des dortoirs, à moins d'exceptions dûment justifiées;

Installation de salles de bains, de douches ou de bains-douches qui peuvent être très utiles, notamment dans les pays chauds du midi de la France et en Algérie.

Telles sont les règles générales et les considérations qui ont guidé le comité dans le choix des améliorations qui lui ont paru pouvoir être réclamées immédiatement des administrations de chemins de fer et qui, pour votre réseau, consistent dans les mesures ci-après (*suit la désignation des dortoirs, réfectoires, etc., par compagnie*).

Je vous prie, Messieurs, de prendre sans retard des dispositions pour l'application de ce programme qui doit être considéré comme un minimum. Il laisse, en effet, une large part à l'initiative des compagnies pour la réalisation des améliorations de diverses natures que les circonstances locales peuvent commander dans l'intérêt du personnel. Je me plais à espérer que dans une question de cette importance, où le bien-être et la santé d'une nombreuse catégorie d'agents sont en jeu, les compagnies ne manqueront pas de seconder les vues de mon administration.

Je vous serai d'ailleurs obligé de m'accuser réception de la présente circulaire et de me rendre compte de la suite que vous y aurez donnée.

Recevez, etc.

Le Ministre des travaux publics,
TURREL.

Direction générale de l'enregistrement, des domaines et du timbre.**CAISSES DE SECOURS ET DE RETRAITES DES OUVRIERS MINEURS. —
BÉNÉFICE DE L'ASSISTANCE JUDICIAIRE.***Instruction.*

Du 18 novembre 1897.

Aux termes de l'article 27 de la loi du 29 juin 1894 (*), sur les caisses de secours et de retraites des ouvriers mineurs, les *intéressés* bénéficient de l'assistance judiciaire pour les différends nés de l'exécution de cette loi et déférés aux tribunaux civils.

Il avait d'abord paru que, sous la dénomination d'*intéressés*, le législateur avait visé uniquement les ouvriers et employés des mines et des exploitations assimilées, à l'exclusion des caisses de secours (*Instr. n° 2866*).

A la suite d'un nouvel examen, l'Administration a reconnu que cette distinction doit être abandonnée en présence de la généralité des termes de la loi. Des propositions ont été soumises dans ce sens au Ministre qui les a approuvées par décision du 5 novembre courant.

Il y a lieu, dès lors, de considérer que le bénéfice de l'assistance judiciaire est acquis, de plein droit, à toutes les parties en causes dans les instances visées par l'article 27 précité, qu'il s'agisse de particuliers ou de personnes morales.

Il résulte, en outre, de la même décision que celle des parties assistées qui a été condamnée aux dépens n'a pas d'autres frais à supporter que les frais de transports des juges, des officiers ministériels et des experts, les honoraires de ces derniers et les taxes des témoins dont l'audition a été autorisée par le tribunal ou le juge commissaire (*L. 22 janvier 1851, art. 14, § 8*). Quant aux sommes dues au Trésor pour les droits de timbre et d'enregistrement des actes de la procédure qui ont reçu la formalité en débet (*même article, § 3*), ils tombent en non-valeur.

Le conseiller d'État,
Directeur général de l'enregistrement,
des domaines et du timbre,
Fernand FAURE.

(*) Volume de 1894, p. 358.

CHEMINS DE FER. —

TRANSPORT DES MATIÈRES DANGEREUSES ET DES MATIÈRES INFECTES.
— NOUVEAU RÈGLEMENT DU 12 NOVEMBRE 1897.

A MM. les Administrateurs de la Compagnie de chemin de fer d

Paris, le 18 novembre 1897.

Messieurs, la ~~commission~~ **commission** spéciale instituée par mes décisions des 31 décembre 1896 et 13 février 1897, et dans laquelle l'Administration des chemins de fer de l'État et les grandes compagnies concessionnaires étaient représentées ~~par trois~~ **par trois** délégués, a terminé l'examen qui lui avait été confié du ~~projet de~~ **projet de** refonte générale de la réglementation du transport, par ~~chemins de fer~~, des ~~matières dangereuses~~ (explosibles, inflammables, ~~véné-~~ **véné-**neuses, etc.) et des ~~matières infectes~~. A la suite d'un rapport qui lui a été présenté par un de ses membres, M. Worms de Romilly, et dont elle a approuvé les observations et adopté les conclusions, elle a arrêté le texte définitif du nouveau règlement, qui a été ensuite soumis au comité de l'exploitation technique des chemins de fer.

Le comité, après avoir entendu la lecture du rapport, a adopté à l'unanimité les conclusions présentées au nom de la commission spéciale, ainsi que le texte du projet de règlement. Il n'y a apporté, depuis lors, que quelques légères modifications résultant de la communication qui lui a été faite, postérieurement à la clôture des travaux de la commission spéciale, des réclamations de divers industriels, notamment en ce qui touche l'acide carbonique liquéfié et les agglomérés de chlorate de potasse et de bioxyde de manganèse.

J'ai adopté les avis émis sur ces points et sur l'ensemble du projet par le comité technique. Depuis, MM. les ministres de la guerre et des finances et moi avons revêtu de notre signature le nouveau règlement (*), qui annule et remplace les arrêtés antérieurs des 10 janvier 1879, 9 janvier 1888 et 27 mai 1887 (**), ainsi que tous autres arrêtés et circulaires relatifs aux conditions techniques de transport des matières dangereuses ou infectes (art. 183 du nouveau règlement).

(*) Voir *suprà*, p. 439.

(**) Volumes de 1879, p. 6; de 1887, p. 201; de 1888, p. 11 et 20.

J'ai l'honneur de vous adresser un exemplaire, en épreuve, du règlement dont il s'agit, sur lequel ont été inscrites, à la main, les quelques modifications dont je viens de parler.

En m'accusant réception de cet envoi, **je vous prie, Messieurs,** de me faire connaître, **en même temps, quel sera, pour les besoins de vos divers services,** le nombre d'exemplaires à **réserver tant du règlement que du rapport de M. Worms de Romilly,** dont vous trouverez un exemplaire ci-inclus et qui n'a été également tiré qu'en épreuve. Je tiendrai compte de vos indications pour le tirage final de ces deux documents.

Il ne vous échappera pas que le nouveau règlement, dans la forme où il sera tiré définitivement et qui sera celle des épreuves ci-jointes, contient de notables améliorations. Il est imprimé à mi-marge, et la colonne laissée en blanc à chaque page permettra d'y inscrire les additions ou modifications successives dont il sera nécessairement l'objet, étant donnés les progrès incessants de la chimie qui ont pour effet de modifier ou remplacer les produits classés dans le règlement; il sera ainsi possible de n'avoir jamais à consulter qu'un document unique, tenu à jour, tandis qu'actuellement les intéressés sont obligés de recourir aux quatre arrêtés ministériels fondamentaux des 10 janvier 1879, 9 janvier 1888 et 27 mai 1887 et aux nombreux arrêtés ou circulaires (plus de 50) qui les ont modifiés à diverses reprises. En outre, une table alphabétique, insérée à la fin du règlement et divisée également en deux colonnes, dont une réservée aux additions et modifications ultérieures, rend rapide et facile la recherche des dispositions applicables à tel ou tel produit.

Vous remarquerez aussi, Messieurs, qu'à la dernière page de son rapport, M. Worms de Romilly déclare que le règlement sera complété par des instructions ou arrêtés ministériels en ce qui concerne certains articles (épreuves des récipients contenant des gaz comprimés, escorte et garde des explosifs, etc.). Ces diverses questions sont actuellement à l'étude, et j'aurai soin de vous adresser ultérieurement un nombre suffisant d'exemplaires des instructions que j'aurai données pour fixer les conditions dans lesquelles seront effectuées les épreuves officielles des récipients contenant des gaz comprimés (art. 180 du règlement) et de la circulaire que je vais concerter avec mes collègues de la guerre, des finances et de l'intérieur en ce qui touche l'escorte et la garde des explosifs (art. 144 et 147). C'est à raison des délais qu'exigera la préparation de ces instructions et de cette circulaire que, d'accord avec mes collègues, j'ai décidé que le nou-

veau règlement n'entrerait en vigueur que le 1^{er} janvier 1898 (*). Mais, sans attendre l'envoi de ces instructions et circulaire, je vous prie de prendre, dès maintenant, les dispositions nécessaires pour que le nouveau règlement soit, dans son intégralité, appliqué sur votre réseau à la date que je viens d'indiquer.

Je vous autorise d'ailleurs à appliquer, dès maintenant, parmi celles qui n'ont pas besoin d'être complétées, telle disposition du règlement dont le bénéfice vous serait demandé par les expéditeurs, si, de votre côté, vous reconnaissiez l'avantage ou la possibilité de la mesure.

En vue de rendre exécutoire, dès le 1^{er} janvier 1898, le nouveau règlement dans son intégralité, il importe que les compagnies me soumettent, à *bref délai*, des propositions tendant à modifier certaines dispositions de l'arrêté du 26 avril 1892 sur le tarif exceptionnel, attendu que ces dispositions ne sont plus en harmonie avec les stipulations de ce règlement (**).

C'est ainsi que le libellé de l'article 1^{er} (§ 2) de l'arrêté de 1892, relatif au transport en G. V. des matières inflammables ou explosibles classées dans la 1^{re} catégorie, et d'après lequel, « ces « matières étant absolument exclues des trains portant des « voyageurs, le tarif de la grande vitesse ne leur est pas appliqué », est maintenant inexact et doit être modifié, l'article 153 du règlement ci-joint prévoyant le transport, par trains mixtes, des matières de la 1^{re} catégorie *autres que les explosifs* (art. 3^e du règlement). Il convient encore de compléter ce même paragraphe 2 par une disposition spécifiant le tarif à appliquer à certaines matières de la 3^e catégorie, qui peuvent ou doivent même être transportées en G. V., telles que les soies souples ou schappes, par exemple (art. 80, § 2 du règlement).

Enfin, et bien que les matières de la 4^e catégorie soient transportées, sans surtaxe aucune, il semble y avoir intérêt, afin d'éviter toute hésitation, à maintenir la disposition les concernant qui figure au paragraphe 2 du transport en P. V. (arrêté de 1892), malgré la proposition contraire que vous aviez faite à la page 59 du projet de règlement de mai 1896, sauf à supprimer

(*) Date reportée au 1^{er} avril 1898. — Voir *infra*, p. 530, Circulaire du 30 décembre 1897.

(**) Un extrait de l'arrêté de 1892 figurait, comme annexe, à titre de renseignement, dans le projet de règlement de mai 1896 et sera reproduit dans le règlement définitif, lorsque la concordance entre les dispositions de ces deux documents aura été de nouveau établie.

les mots *sans surtaxe*, qui, ajoutiez-vous, « pourraient, par suite « d'une interprétation abusive, être entendus comme exonérant « de la surtaxe de 50 p. 100 les marchandises encombrantes de « la 4^e catégorie ». Il va de soi, en effet, que ces marchandises, comme d'ailleurs toutes autres classées dans l'une des trois autres catégories des matières dangereuses, sont passibles, s'il y a lieu, de la surtaxe prévue au paragraphe 1^{er} de l'arrêté de 1892.

Il est un autre point sur lequel je crois devoir également appeler aujourd'hui votre attention. D'après le tarif G. V. n° 100, on n'admet pas comme *colis postaux* les colis contenant des matières explosibles, inflammables ou dangereuses. Cette exclusion s'étend aux matières des quatre catégories, et il n'a été fait d'exception jusqu'ici à cette règle absolue que pour les colis contenant, en même temps qu'une arme à feu, des cartouches métalliques chargées ne dépassant pas le nombre de 100 et emballées dans des conditions spéciales. Le nouveau règlement sur le transport des matières dangereuses prévoit deux autres exceptions ; elles sont relatives aux échantillons de benzine expédiés par le service des contributions indirectes au laboratoire de la direction générale (art. 160) et aux flacons contenant au plus 300 grammes de chlorure de méthyle. Mais il est d'autres produits pour lesquels l'extension de ce régime exceptionnel peut être justifiée et m'a été, en tout cas, demandée ; c'est ainsi que mon administration a été saisie de demandes tendant à admettre le transport, comme colis postaux, des tubes d'oxygène comprimé (1^{re} catégorie) dont le transport, par les trains de voyageurs, est autorisé, sous certaines conditions, par l'article 153 (§ 3), ainsi que des échantillons de carbure de calcium (3^e catégorie) dont le transport peut avoir lieu sur toutes les lignes par les trains portant des voyageurs (art. 164). Les compagnies, de leur côté, ont pu être saisies de demandes analogues pour d'autres produits ou peuvent reconnaître l'utilité de l'extension du régime des colis postaux à des matières qui en sont exclues.

En notifiant à M. le ministre du commerce, de l'industrie, des postes et des télégraphes le nouveau règlement sur le transport des matières dangereuses, je lui signalerai les diverses exceptions que je viens d'indiquer (art. 160 et 161) et toutes celles qu'il me paraîtrait y avoir lieu d'établir encore dans l'intérêt du public, afin que mention en soit faite dans le tarif G. V. 100. Mais je tiendrais auparavant à avoir vos observations et propositions sur celles des matières classées dans l'une des quatre catégories des

matières dangereuses qu'il paraîtrait y avoir lieu de faire bénéficier du régime des colis postaux.

Je vous prie, Messieurs, de m'accuser réception de la présente dépêche et de m'adresser dans un délai de quinze jours au plus, par lettres séparées, vos propositions ou observations touchant :

1° Les modifications à apporter à l'arrêté ministériel du 26 avril 1892 sur le tarif exceptionnel;

2° L'extension du régime des colis postaux à certaines matières dangereuses.

Recevez, etc.

Le Ministre des travaux publics.

TURREL.

PERSONNEL.

I. — Ingénieurs.

SERVICE DÉTACHÉ.

Arrêté du 26 novembre 1897. — **M. Leclère**, Ingénieur ordinaire de 1^{re} classe, chargé du sous-arrondissement minéralogique de **Marseille-Sud**, est mis à la disposition du Ministère des Colonies pour être adjoint à la mission technique chargée d'étudier, au **Tonkin** et en **Chine**, les moyens de pénétration par voies ferrées dans les provinces chinoises du Sud-Ouest.

M. Leclère est placé dans la situation de service détaché.

CONGÉS ILLIMITÉS.

Arrêté du 13 novembre 1897. — **M. Clérault**, Ingénieur en Chef de 1^{re} classe, en congé renouvelable au service de la C^{ie} des chemins de fer de l'Ouest, en qualité d'Ingénieur en Chef du matériel et de la traction, est placé, sur sa demande, dans la situation de congé illimité.

Arrêté du 13 novembre. — **M. Sauvage**, Ingénieur en Chef de 2^e classe, en congé renouvelable au service de la C^{ie} des chemins de fer de l'Ouest, en qualité d'Ingénieur en Chef du matériel et de la traction, est placé, sur sa demande, dans la situation de congé illimité.

Arrêté du 13 novembre. — **M. Chapuy**, Ingénieur ordinaire de 2^e classe, en congé pour affaires personnelles, est mis, sur sa demande, en congé illimité et autorisé à accepter les fonctions de Directeur Général de la C^{ie} royale des chemins de fer portugais à Lisbonne.

Arrêté du 13 novembre. — **M. Weiss**, Ingénieur ordinaire de 2^e classe, en congé pour affaires personnelles, est mis, sur sa demande, en congé illimité et autorisé à accepter les fonctions de Directeur de la Société d'Héraclée, société anonyme ottomane exploitant les mines de houille du district d'Héraclée, à la résidence de Paris.

Arrêté du 18 novembre. — **M. Coince**, Ingénieur en Chef de 1^{re} classe, précédemment mis en congé renouvelable et autorisé à entrer, en qualité d'Ingénieur-Conseil, au service de la Société des mines de fer et usines de Krivoï-Rog (Russie), est placé, sur sa demande, dans la situation de congé illimité.

Arrêté du 26 novembre. — **M. Ledoux**, Ingénieur en Chef de 1^{re} classe, précédemment mis en congé renouvelable et autorisé à accepter les fonctions de Directeur de la Société minière et métallurgique de Peñarroya (Espagne), est placé, sur sa demande, dans la situation de congé illimité.

Arrêté du 26 novembre. — **M. Brisse**, Ingénieur ordinaire de 2^e classe, précédemment mis en congé renouvelable et autorisé à entrer au service de la C^{ie} des chemins de fer de l'Est est placé, sur sa demande, dans la situation de congé illimité.

II. — Contrôleurs des mines.

DISPONIBILITÉ.

9 novembre 1897. — **M. Perrot**, Contrôleur de 3^e classe attaché, dans le département de la Corse, aux services du sous-arrondissement minéralogique de Marseille-Sud et du Contrôle de l'exploitation technique des chemins de fer corses, est mis en disponibilité avec demi-traitement pendant un an pour raisons de santé.

DÉCISIONS DIVERSES.

9 novembre 1897. — **M. Rossi**, détaché au service des travaux publics de la Nouvelle-Calédonie et remis à la disposition du Ministère des Travaux publics par le Département des Colonies, est attaché dans le département de la Corse, à la résidence de Bastia, aux services du sous-arrondissement minéralogique de Marseille-Sud et du Contrôle de l'exploitation technique des chemins de fer corses.

ÉCOLE NATIONALE SUPÉRIEURE DES MINES.

Par décisions du Ministre des Travaux publics en date des 26 juin et 23 octobre 1897 ont été nommés élèves-externes de 1^{re} année à l'Ecole nationale supérieure des Mines :

MM. Leichnam,
Combe,
Amelin,
Rodocanaki,
Gay-Lussac,
Jenner,
Desprez de Gésincourt,
Lallement
Bellan,
Vatin,
Du Passage,
Brun,
Guillain,
Magne,
Dombre,
Papin-Beaufond,
Pornin,
Van de Walle.

MM. Piette,
Capdeville,
Jordan,
Sainte-Claire Deville,
George,
Hurault de Vibraye,
Dérué,
Lemoine,
Lavauden,
Garnier,
Taillard,
Sever,
Fargeon,
Haarbleicher,
Mauban,
Bidel,
Bret,
Dusuzeau.

Par décision du 28 octobre 1897, ont été nommés élèves des Cours préparatoires à la même Ecole, pour l'année scolaire 1897-1898 :

MM. Niedergang,
Thomas,
Siméon,
Lugoy,
Jarrige,
Pellissier,
Marsaut,
Migniot,
Pla,
Bernard,
Gausserres,
Ponce,
Kissel.

MM. Sabatier,
Juville,
Dumas,
Craponne,
Clément,
Dabren,
Philippot,
Récamier,
Denonvilliers,
De Blanquet de Rouville,
Viteau,
Basset.

Par décision du 10 novembre 1897, les Etrangers dont les noms suivent ont été autorisés, après avoir subi un examen de capacité, à suivre, comme élèves-étrangers, pendant l'année scolaire 1897-1898 :

1° Les cours spéciaux de 1^{re} année :

MM. Jaroslawitch,
Ischakin,
Dinopol,
Sepulchre (Gabriel),
Solomjan.

MM. Nasrollah-Khan,
Poénaru,
Alfassa,
Frossard de Saugy.

2° Les cours préparatoires :

MM. Carapanos,
Zobel de Ayala,
Malkenson,
Camet,
Wahby.

MM. Ismalun,
Yalandeli,
Roldan,
Da Nobrega.

LOIS, DÉCRETS ET ARRÊTÉS

CONCERNANT

LES MINES, CARRIÈRES, SOURCES D'EAUX MINÉRALES,
CHEMINS DE FER EN EXPLOITATION, ETC.

Décret du Président de la République, du 5 décembre 1897, portant institution de la concession des mines d'antimoine et métaux connexes de POUBEAU (Haute-Garonne).

(EXTRAIT.)

Art. 1^{er}. — Il est fait concession à M. Truchon (Désiré) des mines d'antimoine et métaux connexes, comprises dans les limites ci-après définies, commune de Poubeau, arrondissement de Saint-Gaudens, département de la Haute-Garonne.

Art. 2. — Cette concession, qui prendra le nom de *concession de Poubeau*, est limitée, conformément au plan annexé au présent décret, ainsi qu'il suit :

Au *nord*, par une ligne droite allant du Pic-des-Angles, point A du plan et commun aux territoires de Poubeau, Bourg-d'Oueil et Jurvielle, au Tiron de la Lys, point B, et commun aux territoires de Poubeau, Bourg-d'Oueil et Cirès;

A l'*est*, par une première ligne droite, allant du point B, ci-dessus, au Tiron-de-Courtau, point C, et par une seconde allant de ce point C au point D, point de rencontre de la rive droite du ruisseau de Poubeau et de la rive gauche du ruisseau du Portet;

A l'*ouest*, par une ligne droite allant du point D ci-dessus au point E, angle rentrant vers l'est formé par la crête, limite des communes de Jurvielle et Poubeau, à la hauteur du filon des Courbets; puis par une seconde ligne droite allant du point E au point F, sommet de l'angle saillant vers l'est de la même limite, à hauteur de la marbrière de Poubeau; et par une troisième, allant de ce point F au point A de départ;

Lesdites limites renfermant une étendue superficielle de deux cent soixante-onze hectares, vingt-sept ares (271^{ha}, 27^a).

Art. 3. — Il n'est rien préjugé au sujet des gîtes de tout minéral étranger à l'antimoine qui peuvent exister dans l'étendue de la concession de Poubeau.

La concession de ces gîtes de minéral pourra être ultérieurement accordée, s'il y a lieu, dans les formes ordinaires, soit au concessionnaire des mines de Poubeau, soit à une autre personne.

Art. 4. — Les droits attribués aux propriétaires de la surface par les articles 6 et 42 de la loi du 21 avril 1810, modifiée par la loi du 27 juillet 1880, sur le produit des mines concédées, sont réglés à une redevance annuelle de dix centimes (0 fr. 10) par hectare de terrain compris dans la concession.

Art. 5. — L'indemnité attribuée, en exécution de l'article 16 de la loi du 21 avril 1810, à M. Germès, pour l'invention des gîtes de Poubeau, est fixée à la somme de quatre cents francs (400 francs).

Art. 6. — Le concessionnaire se conformera aux dispositions du cahier des charges annexé au présent décret, et qui est considéré comme en faisant partie essentielle.

Art. 7. — Si le concessionnaire veut renoncer à la totalité ou à une partie de la concession, etc. (*).

Art. 8. — Le présent décret sera publié et affiché, aux frais du concessionnaire, dans la commune sur laquelle s'étend la concession.

Art. 9. — Le ministre des travaux publics est chargé, etc.

CAHIER DES CHARGES

DE LA CONCESSION DE POUBEAU,

Conforme au cahier des charges de la concession de Tama (voir *suprà*, p. 10.)

Art. 1^{er}. — *Délai d'abornement* : Six mois.

Art. 5. — *Distance réservée aux abords des cours d'eau* : 10 mètres.

Art. 6. — *Zone de protection des chemins de fer* : 10 mètres.

(*) Conforme à l'article 6 du décret du 19 janvier 1897 instituant la concession de Tama (voir *suprà*, p. 7).

Décret du Président de la République, du 24 décembre 1897, portant extension, quant aux substances concédées, de la concession des mines de fer de SALSIGNE (Aude).

(EXTRAIT.)

Art. 1^{er}. — La concession des mines de fer de Salsigne, instituée par décret du 6 février 1877 (*), est étendue, dans les mêmes limites et sous le même nom, à la pyrite de fer et autres métaux connexes.

Art. 2. — La redevance annuelle de 0 fr. 10 par hectare de terrain compris dans la concession, attribuée aux propriétaires de la surface par l'article 5 du décret précité du 6 février 1877, est portée à 0 fr. 20.

Art. 3. — Le présent décret sera publié et affiché, aux frais du concessionnaire, dans la commune sur laquelle s'étend la concession.

Art. 4. — Le ministre des travaux publics est chargé, etc.

Décret du Président de la République, du 24 décembre 1897, complétant le décret du 8 février 1892 qui réglemente l'exploitation des carrières du département du FINISTÈRE.

Le Président de la République française,

Sur le rapport du ministre des travaux publics,

Vu le décret du 8 février 1892 (**) portant règlement pour l'exploitation des carrières du département du Finistère ;

Vu les rapport et avis des ingénieurs des mines des 13-14 octobre 1897 ;

L'avis du préfet du 18 octobre 1897 ;

L'avis du conseil général des mines du 12 novembre 1897 ;

Vu la loi du 21 avril 1810, modifiée par la loi du 27 juillet 1880 ;

Le conseil d'État entendu :

Décrète :

(*) Volume de 1877, p. 11.

(**) Volume de 1892, p. 41.

Art. 1^{er}. — L'article 12 du décret susvisé du 8 février 1892 est complété par un troisième paragraphe ainsi conçu :

« Toutefois, cette dernière distance (*celle de 1 mètre par chaque mètre de hauteur de l'excavation*) peut être augmentée ou diminuée par le préfet sur le rapport de l'ingénieur des mines. »

Art. 2. — Le ministre des travaux publics est chargé de l'exécution du présent décret qui sera inséré au *Journal officiel*, au *Bulletin des Lois* et au *Recueil des Actes administratifs* du département. Il sera publié et affiché dans toutes les communes du département.

Fait à Paris, le 24 décembre 1897.

FÉLIX FAURE.

Par le Président de la République :

Le Ministre des travaux publics,

TURREL.

Décret du Président de la République, du 24 décembre 1897, complétant le décret du 26 mai 1891 (), qui réglemente l'exploitation des carrières du département de la LOIRE-INFÉRIEURE.*

Ce décret est conforme au précédent.

*Décret du Président de la République, du 24 décembre 1897, complétant le décret du 10 février 1892 (**), qui réglemente l'exploitation des carrières du département du MORBIHAN.*

Ce décret est conforme à celui qui précède, concernant le département du Finistère.

(*) Volume de 1891, p. 237.

(**) Volume de 1892, p. 44.

EAUX MINÉRALES.

(Arrêtés du Ministre de l'intérieur.)

I. — État des sources d'eau minérale dont l'exploitation et la vente ont été autorisées pendant l'année 1897.

DÉPARTEMENTS	COMMUNES où sont situées les sources	NOMS DES SOURCES	DATES des arrêtés d'auto- risation.
			1897
	Asperjoc	Source la Ferrugineuse incomparable.	18 janvier.
Ardèche.....	Saint-Cirgues - de - Prades	— Sainte-Catherine	18 id.
	Saint-Martin-de-Va- larnas	— Ranc	18 id.
Aude.....	Vals	— Clairette	25 mai.
Cantal.....	Coursan	— la Merveilleuse	25 id.
Côte-d'Or.....	Chaudesaigues	— la Bonde du Moulin	14 janvier.
	Santenay	— Carnot	25 mai.
Nièvre	Pougues	— Alice	14 janvier.
	St-Parize-le-Châtel ..	— Gélén	12 id.
Puy-de-Dôme ..	Artonne	— Gros et source Alphonse	18 id.
	Mont-Dore	— Félix	25 mai.
Haute-Savoie....	Evian-les-Bains	— des Grottes	8 janvier.
Algérie.....	Saïda	— des grandes eaux chaudes ou de Hammam-oula-Khalea	29 id.

II. — Changements de noms.

DÉPARTEMENTS	COMMUNES	ANCIENS NOMS	NOUVELLES dénominations	DATES d'autorisations des changements de noms
				1897
Ardèche.....	Vals.....	Source des Colonies.	Source Normale	22 mars (*).
		— Normale	— des Colonies.	
Haute-Savoie ...	Evian-les- Bains...	Source la Précieuse.	Source Preciosa.....	31 déc. (**).

(*) Dates d'autorisations d'exploiter : 12 décembre 1895 et 24 août 1896.

(**) Date d'autorisation d'exploiter : 2 juillet 1893.

CIRCULAIRES ET INSTRUCTIONS

ADRESSÉES

AUX PRÉFETS, AUX INGÉNIEURS DES MINES, ETC.

ACCIDENTS SURVENUS DANS LES MINES, MINIÈRES ET CARRIÈRES. —
DÉCLARATIONS ET ENQUÊTES (*).

A M. le Préfet du département d

Paris, le 9 décembre 1897.

Monsieur le préfet, les accidents qui atteignent le personnel occupé dans les mines, minières et carrières, doivent faire l'objet de déclarations de la part de l'exploitant et d'enquêtes qui, celles-ci et celles-là, sont soumises à des règles variables suivant la catégorie des victimes, le lieu et les circonstances de l'accident. De ces règles, les unes découlent des lois particulières aux mines, du droit minier, dont la compétence ressortit au ministère des travaux publics ; les autres sont prescrites par les lois générales à toutes les industries, par le droit commun industriel, dont l'application appartient au ministère du commerce et de l'industrie. Souvent, bien que leur procédure soit très différente, ces règles doivent s'appliquer simultanément : de là des confusions fréquentes, entraînant parfois des oublis plus regrettables encore. Il a donc paru utile aux deux départements intéressés de rappeler par une même instruction, concertée entre eux, les dispositions essentielles de la matière, afin que chacun de ceux appelés à en connaître pût désormais y trouver un guide sûr : tel est l'objet de la présente circulaire.

Nous y examinerons successivement ce qui concerne les mines, les minières et les carrières.

(*) Circulaire interministérielle émanant du ministère des travaux publics (*Division des mines, 1^{er} bureau*) et du ministère du commerce et de l'industrie (*Bureau de l'industrie*).

I

MINES.

Une observation préjudicielle doit être tout d'abord rappelée, bien que souvent redite dans des instructions antérieures de l'un et l'autre département.

Outre les puits, galeries ou chantiers qui constituent la mine proprement dite, il n'est guère d'exploitation qui ne comprenne, au jour, des installations de nature diverse, formant ses « dépendances ». On doit les distinguer en deux catégories :

Les unes, qu'on appelle communément les « dépendances légales » de la mine, sont considérées comme le prolongement même des travaux souterrains ; on ne peut les en séparer juridiquement au point de vue du droit minier ; aussi sont-elles caractérisées par ce double fait que, pour les établir, l'exploitant peut recourir à l'occupation des terrains de l'article 43 de la loi organique sur les mines des 21 avril 1810-27 juillet 1880 (*), et que les résultats de leur gestion entrent en compte dans le calcul de la redevance proportionnelle fixée par ladite loi, tout comme les opérations de la mine elle-même. Rentrent notamment dans cette catégorie les abords immédiats des puits et des galeries, leurs plâtres ou carreaux, comme on le dit, les ateliers de lavage de combustibles et de préparation mécanique des minerais, les chemins de fer « miniers » et autres voies de communication analogues construits pour le service immédiat et direct de l'exploitation.

Les autres dépendances ne sont reliées à la mine que par un simple lien industriel ; elles comprennent ce que l'on peut appeler les « dépendances industrielles » ou encore, avec la loi du 29 juin 1894(**) sur les caisses de secours et de retraites des ouvriers mineurs, les « industries annexes ». L'article 43 précité de la loi des 21 avril 1810-27 juillet 1880 ne leur est pas applicable ; elles sont traitées, pour l'établissement des redevances proportionnelles, comme si elles appartenaient à un industriel autre que l'exploitant de la mine. Se trouvent notamment dans cette catégorie les ateliers pour la fabrication du coke ou des

(*) Volume de 1880, p. 239.

(**) Volume de 1894, p. 358.

agglomérés dépendant des mines de houille et toutes autres usines de traitement métallurgique ou minéralurgique.

Cette distinction rappelée, on doit considérer séparément les accidents de personnes, suivant qu'ils sont :

Des accidents dont la déclaration et l'enquête sont régies par le droit minier ;

Des accidents prévus par l'article 15 de la loi du 2 novembre 1892 (*) sur le travail des femmes et des enfants ;

Des accidents prévus par l'article 11 de la loi du 12 juin 1893 (**) sur l'hygiène industrielle.

Avant d'examiner chacune de ces catégories, on doit aussi rappeler que tous ces accidents sont essentiellement des accidents de personnes, c'est-à-dire des faits occasionnels et anormaux survenus dans le travail et à l'occasion du travail, d'où sont résultées pour les personnes occupées à ce travail, la mort ou des blessures, avec une incapacité de travail qui sera ultérieurement précisée en tant que de besoin.

L'accident de personne ainsi défini doit rester distinct du simple incident non suivi d'accident de personne, qui, en matière de police des mines, peut donner lieu à des déclarations des exploitants et à des enquêtes du service des mines, en vertu, tant de l'article 12 du décret du 3 janvier 1813, que de l'ordonnance du 26 mars 1843, modifiée par le décret du 25 septembre 1882 (***). On laissera de côté, dans la présente instruction, ces incidents qui relèvent exclusivement de l'administration des travaux publics ; les règles auxquelles ils sont soumis semblent suffisamment connues et appliquées par les exploitants et les ingénieurs des mines ; il serait inutile de s'en occuper ici.

§ 1^{er}. — ACCIDENTS A DÉCLARER ET A INSTRUIRE EN VERTU
DES STIPULATIONS DU DROIT MINIER.

Les accidents rentrant dans cette catégorie sont, aux termes de l'article 11 du décret du 3 janvier 1813 qui règle la matière, ceux « ayant occasionné la mort ou des blessures graves à un ou plusieurs ouvriers » et qui se sont produits soit dans la mine même, puits, galeries ou chantiers, soit dans ses « dépendances légales », définies comme il vient d'être dit.

(*) Volume de 1892, p. 329.

(**) Volume de 1893, p. 365.

(***) Volume de 1882, p. 257.

Pour ces accidents les exploitants sont tenus de donner un avis immédiat et direct tant à l'ingénieur des mines qu'au maire de la commune, l'ingénieur des mines devant procéder, sur cet avis, à l'enquête prévue par les articles 13 et suivants du décret du 3 janvier 1813.

Les exploitants doivent aussi, d'après l'article 2, § 2, de la loi du 8 juillet 1890(*), donner avis immédiat de ces accidents aux délégués à la sécurité des ouvriers mineurs, afin que ceux-ci procèdent, de leur côté, aux constatations indiquées aux articles 1, § 1, et 2, § 2, de ladite loi.

Toutefois il y a lieu de remarquer que les accidents de cette catégorie, dont le délégué doit recevoir avis, ne sont que ceux survenus dans la mine même, dans ses puits, galeries et chantiers, seuls endroits sur lesquels peuvent s'exercer les attributions des délégués. Le délégué ne peut pas s'occuper et ne reçoit pas avis, par suite, des accidents de cette catégorie survenus dans les dépendances légales de la mine ou ses installations de surface, sauf pour les accidents résultant des appareils qui servent à la circulation et au transport des ouvriers, ces appareils devant être visités par les délégués, comme les puits, galeries et chantiers (Loi du 8 juillet 1890, art. 2, § 1).

Ainsi, en dehors des accidents mortels, les accidents de cette première catégorie sont caractérisés par la gravité des blessures. Aucun règlement ne l'a définie. L'usage a prévalu depuis longtemps de ne pas comprendre dans cette classe les blessures entraînant une incapacité de travail de moins de vingt jours, cette incapacité étant celle qui peut être rationnellement prévue par les hommes de l'art, au moment de l'accident, d'après la nature intrinsèque de la blessure. En cas de doute à ce moment, l'exploitant doit faire les déclarations réglementaires ; il n'y a pas d'inconvénient, en effet, à déclarer un accident entraînant des blessures qui ne seront finalement pas graves ; il y en aurait à omettre d'en déclarer un dont les conséquences seront effectivement sérieuses. Les déclarations doivent être immédiates ; d'autre part, on doit éviter avec soin notamment de ne les adresser que plus ou moins longtemps après l'accident, alors même que ce serait pour attendre que les conséquences en soient devenues plus certaines.

Il va de soi que, bien que les blessures d'un accident soient très

(*) Volume de 1890, p. 256.

légères, il peut y avoir lieu à déclaration au service des mines, si l'accident se complique d'un des incidents prévus à l'article 12 du décret du 3 janvier 1843, qui ont été signalés ci-dessus ; à raison des observations présentées sur ce point, on ne s'arrêtera pas davantage ici sur cette coïncidence.

Comme l'exploitant, par ce qu'il vient d'être dit, peut être amené à déclarer au service des mines des accidents que l'on ne pourrait réellement pas considérer comme ayant occasionné des blessures graves, il appartiendra toujours aux ingénieurs d'apprécier s'il faut procéder immédiatement à l'enquête ; elle ne reste réglementaire que lorsque les blessures ont été effectivement graves. Suivant les circonstances de l'accident, l'affaire pourra donc être purement et simplement classée ; ou bien elle pourra n'être instruite qu'ultérieurement à la première visite de l'exploitation. Chaque ingénieur en chef appréciera les règles à suivre suivant les conditions diverses de son service et notamment le personnel des contrôleurs à sa disposition.

§ 2. — ACCIDENTS DE L'ARTICLE 15 DE LA LOI DU 2 NOVEMBRE 1892.

Ainsi que l'ont fait connaître les circulaires du ministre de commerce et de l'industrie, les ingénieurs des mines remplissent, sous son autorité, les fonctions d'inspecteurs du travail pour l'application de la loi du 2 novembre 1892 sur le travail des femmes et des enfants dans les mines et leurs dépendances de toute catégorie.

Vous savez, d'autre part, comme l'a indiqué la circulaire aux préfets, du 24 avril 1893 (*), que l'article 15 de la loi du 2 novembre 1892 ne s'applique qu'aux accidents qui atteignent les personnes protégées par cette loi. Ces accidents doivent être déclarés dans les quarante-huit heures au maire de la commune par l'exploitant, dans les formes prévues par le décret du 21 avril 1893 (*), dès que l'incapacité de travail dépasse trois jours.

A l'appui de la déclaration doit être produit par le patron un certificat de médecin indiquant l'état du blessé, les suites probables de l'accident et l'époque à laquelle il sera possible d'en connaître le résultat définitif. Récépissé de la déclaration et du certificat médical est remis séance tenante au déposant.

Le maire transmet la déclaration à l'ingénieur des mines.

(*) Volume de 1893, p. 204 et 251.

Cette déclaration doit être faite et transmise sans préjudice des déclarations immédiates qu'ont pu nécessiter les règles du droit minier mentionnées dans le paragraphe précédent.

C'est cette simultanéité éventuelle d'avis à donner, d'une part, en vertu du droit minier, de déclarations à faire, d'autre part, en vertu de la loi de 1892, qui est souvent perdue de vue dans le cas d'accidents ayant entraîné la mort ou des blessures graves, et appartenant tant à cette catégorie qu'à celle du paragraphe 1. Il importe de rappeler aux exploitants cette double obligation.

L'ingénieur des mines ainsi avisé, soit par l'exploitant et le maire (droit minier), soit par le maire seul (loi de 1892), se conformera d'ailleurs aux instructions suivantes : Lorsque, à raison des circonstances et des conséquences de l'accident, il devra être procédé à l'enquête immédiate prévue par le décret du 3 janvier 1813, l'ingénieur des mines n'aura rien à modifier aux envois qu'il doit faire à l'autorité judiciaire et au préfet pour le service de l'administration des travaux publics. Mais, comme il s'agit, dans l'hypothèse dont il est traité, d'un accident survenu à un enfant ou à une femme, il ne devra pas omettre de viser, s'il y a lieu, dans le procès-verbal envoyé au parquet, la loi du 2 novembre 1892, afin d'assurer, en cas de contravention, l'application des sanctions pénales que cette loi comporte.

Si l'accident ne rentre pas dans cette catégorie, soit parce qu'il n'a pas entraîné de blessures graves, soit parce qu'il est survenu dans une industrie annexe qui échappe à la compétence de l'administration des travaux publics, ce n'est que si l'enquête révélait des infractions à la loi du 2 novembre 1892, et aux règlements rendus pour son exécution, que procès-verbal en serait dressé pour être envoyé au parquet.

§ 3. — ACCIDENTS DE L'ARTICLE 11 DE LA LOI DU 12 JUIN 1893.

Les ingénieurs des mines remplissent également, sous l'autorité du ministre du commerce et de l'industrie, les fonctions d'inspecteur du travail, pour l'application de la loi du 12 juin 1893 sur l'hygiène et la sécurité des travailleurs.

Tandis que l'article 13 de la loi du 2 novembre 1892 ne s'appliquait qu'aux femmes et aux enfants, l'article 11 de la loi du 12 juin 1893 s'applique à tous les ouvriers des établissements assujettis à cette dernière loi, et, dans l'espèce, à tous ceux qui travaillent dans les industries annexes des mines. A la différence

de la loi de 1892, la loi de 1893 ne s'applique pas, en effet, aux mines proprement dites.

Aux termes du décret du 20 novembre 1893 (*), il y a lieu, de la part de l'exploitant, à déclaration au maire de la commune, dans les quarante-huit heures, suivant les formes prévues par ce décret pour tout accident de cette catégorie entraînant une incapacité de travail de plus de trois jours.

Le maire, pour les établissements auxquels se rapporte le présent paragraphe, transmet cet avis à l'ingénieur des mines, auquel l'exploitant n'est pas tenu de donner un avis direct.

L'ingénieur des mines ainsi avisé procède comme il vient d'être dit à la fin du paragraphe précédent, que l'accident ait atteint des enfants, des femmes ou des adultes hommes; seulement, c'est la loi de 1893 qui doit être visée, le cas échéant, dans le procès-verbal de contravention transmis au parquet.

§ 4. — STATISTIQUE DES ACCIDENTS DE MINES.

Des observations présentées dans les paragraphes qui précèdent, il résulte qu'il n'est fait légalement aucune déclaration dans les mines et leurs dépendances légales pour les accidents qui atteignent les ouvriers adultes du sexe masculin et n'occasionnent que des blessures qui ne sont pas réputées graves, c'est-à-dire, d'après ce qui est admis, les blessures entraînant une incapacité de travail de quatre à vingt jours. C'est là incontestablement pour les statistiques une lacune particulièrement fâcheuse, il serait bon de la faire disparaître. Déjà, dans plusieurs services, une entente est survenue dans ce but entre les ingénieurs des mines et les exploitants; il serait utile de généraliser ces pratiques, et nous ne doutons pas que les préfets et les ingénieurs des mines n'obtiennent partout ce résultat.

A cet effet il serait désirable que, sur toute mine, on tint, au jour le jour, un registre des accidents du travail, dont copie, par extrait, serait envoyée trimestriellement à l'ingénieur des mines. Pour être complet, il serait bon que ce registre donnât, par victime : la date de l'accident, les nom, prénoms, sexe, âge et occupation; le point où est survenu l'accident; sa cause et ses circonstances sommaires; ses conséquences, mort ou blessure, en indiquant la nature de la blessure et la durée de

(*) Volume de 1893, p. 536.

l'incapacité de travail par la date de la reprise du travail ; mention serait faite naturellement, à date utile, des cas d'incapacité permanente de travail, absolue ou professionnelle.

Ayant par là les éléments d'une statistique complète, les ingénieurs des mines en présenteraient annuellement un dépouillement résumé et méthodique dans chacun des rapports annuels qu'ils ont à adresser au ministère des travaux publics et à celui du commerce et de l'industrie.

II

MINIÈRES.

Le régime légal des minières est, en matière d'accidents de personnes, au point de vue tant de l'administration des travaux publics que de celle du commerce et de l'industrie, identique à celui des mines, sans qu'il y ait lieu de distinguer entre les minières souterraines et les minières à ciel ouvert.

Il suffit donc de renvoyer purement et simplement à ce qui vient d'être dit pour les mines.

III

CARRIÈRES.

En matière d'accidents de personnes, les carrières diffèrent des mines et des minières en ce que les règles du droit minier, qui relèvent de l'administration des travaux publics, découlent non plus des règlements généraux, tels que le décret du 3 janvier 1813, mais du règlement rendu sous forme de décret dans chaque département, pour l'exploitation des carrières qui s'y trouvent.

D'après ces règlements départementaux, tous identiques entre eux sur le point qui nous occupe, il y a lieu de distinguer, pour les déclarations d'accidents de droit minier, entre les carrières souterraines et les carrières à ciel ouvert.

Pour les premières, l'exploitant est, comme en matière de mines, tenu de donner avis simultanément et directement à l'ingénieur des mines et au maire de la commune, et celui-ci, à son tour, doit transmettre cet avis à l'ingénieur ; cette transmis-

sion est, en réalité, la seule différence entre le régime des carrières souterraines et celui des mines et minières.

Pour les carrières à ciel ouvert, l'exploitant prévient seulement le maire qui doit informer l'ingénieur des mines; en cela aussi réside la différence entre les carrières et les mines et minières.

Telles sont, Monsieur le préfet, les règles précises que nos deux administrations avaient à rappeler à tous ceux qui ont à intervenir dans ces procédures et notamment aux maires et aux ingénieurs des mines, ceux-ci devant plus spécialement donner aux exploitants toutes les instructions utiles.

Nous adressons directement ampliation de la présente circulaire aux ingénieurs des mines.

Vous avez, de votre côté, à y prendre les instructions d'ensemble que vous jugerez utile de donner aux maires et que vous trouverez sans doute opportun de faire insérer dans le *Recueil administratif des actes* de votre préfecture.

Au demeurant, il ne vous échappera pas que, dans cette complication de règles qu'il ne nous appartient pas d'éviter, quelques principes dominant, qui sont de nature à faciliter l'application : d'une part, il y a lieu de distinguer, dans les accidents, ceux du droit minier, rentrant dans la compétence de l'administration des travaux publics, qui, hors des cas mortels, ne donnent lieu à déclaration et à enquête que lorsqu'ils ont entraîné des blessures graves, et les accidents de la loi du 2 novembre 1892 et de la loi du 12 juin 1893, relevant de l'administration du commerce et de l'industrie et dont on s'occupe dès que l'incapacité de travail est de trois jours. D'autre part, les règles spéciales relatives à chacune de ces catégories d'accidents et à chacune des deux administrations doivent s'appliquer simultanément et séparément, quand il y a lieu.

Recevez, etc.

*Le Ministre du commerce, de l'industrie,
des postes et des télégraphes,*
HENRY BOUCHER.

*Le Ministre
des travaux publics,*
TURREL.

ÉPREUVES DES RÉCIPIENTS A GAZ LIQUÉFIÉS OU COMPRIMÉS.

A Monsieur le Préfet du département d

Paris, le 15 décembre 1897.

Monsieur le préfet, l'article 180 de l'arrêté du 12 novembre 1897 (*) concerté entre les départements des finances, de la guerre et des travaux publics, pour la réglementation, à partir du 1^{er} janvier 1898 (**), du transport par chemin de fer des matières dangereuses ou infectes, porte :

« Le ministre des travaux publics règle les conditions dans lesquelles sont effectuées les épreuves officielles des récipients, prévues aux articles 25, 27, 29, 40 et 104, ainsi que le mode d'évaluation des frais et leur recouvrement sur les intéressés. »

La présente circulaire a pour objet de donner les instructions techniques nécessaires pour l'exécution de ces épreuves. Une circulaire ultérieure indiquera le mode d'évaluation des frais et de leur recouvrement sur les intéressés.

1. — Ces épreuves, ainsi que les vérifications relatives aux indications de poids à vide et de charge maximum qui doivent être, en certains cas, poinçonnées sur les récipients, rentreront dans les opérations normales du service ordinaire des mines, comme les épreuves des appareils à vapeur. Ces épreuves et ces vérifications seront donc effectuées dans chaque département, sous l'autorité de l'ingénieur en chef des mines chargé de la surveillance des appareils à vapeur, par les soins des ingénieurs ordinaires des mines attachés à cette surveillance, avec le concours des contrôleurs des mines placés sous leurs ordres et, s'il y a lieu, de conducteurs des ponts et chaussées, dans des conditions qui seront indiquées ultérieurement. Lesdits contrôleurs et conducteurs opéreront par délégation et d'après les instructions de l'ingénieur des mines.

2. — Toutefois les épreuves et vérifications dont il s'agit diffèrent des épreuves d'appareils à vapeur en ce que le service ordinaire des mines n'a pas la surveillance réglementaire des récipients à gaz liquéfiés ou comprimés, comme il a celle des appareils à vapeur; il n'est pas, en principe, chargé d'assurer

(*) Voir *suprà*, p. 439.

(**) Voir *infra*, p. 530, Circulaire du 30 décembre 1897.

l'exécution du règlement sur le transport de ces récipients par voie ferrée. Ainsi, tout d'abord, leur épreuve hydraulique ou les vérifications relatives à l'inscription de leur poids à vide et de leur charge maximum ne sont jamais effectuées que sur la demande d'un intéressé; le service des mines n'a, en aucun cas, à les imposer d'office. Il n'a pas non plus à tenir la main au renouvellement des épreuves dans le temps fixé par le règlement, ni, par conséquent, à se préoccuper, lorsqu'on lui demande un nouvel essai, de la date du précédent. D'autre part, l'ingénieur des mines ou son délégué n'a pas d'autres constatations à faire sur les récipients que celles qui sont utiles en vue des poinçonnages dont il lui appartient de les marquer et dont l'intéressé désire qu'il les marque. En résumé, il aura donc à faire tantôt uniquement les épreuves hydrauliques, tantôt des vérifications relatives à l'inscription du poids à vide et de la charge maximum, tantôt enfin des opérations comprenant ces deux sortes de constatations; mais il n'aura pas à s'occuper de savoir si les appareils satisfont pour l'ensemble de leurs dispositions aux autres conditions qui peuvent être exigées pour le transport par chemin de fer.

3. — L'intéressé qui a demandé une épreuve ou vérification, quelle qu'en soit la nature, doit fournir la main-d'œuvre et tous les appareils nécessaires à l'opération, à l'exception du manomètre.

4. — Je rappelle, à titre de renseignement, que, dans l'application de l'arrêté interministériel sur les transports par chemin de fer, les épreuves et vérifications opérées à l'étranger, dans les pays ayant adhéré à la Convention de Berne du 14 octobre 1890, et authentifiées par les marques et poinçons officiels de ces pays, sont assimilées à celles faites et certifiées en France.

Des instructions spéciales feront connaître ces marques et poinçons étrangers.

ÉPREUVES PAR LA PRESSION HYDRAULIQUE.

5. — L'épreuve hydraulique, prise en elle-même, a lieu dans des conditions toujours identiques, sauf en ce qui concerne la pression d'eau, qui dépend de la destination du récipient et dont il sera parlé au n° 7.

Cette épreuve est faite à froid. Le récipient doit être propre à l'extérieur et à l'intérieur, exactement et uniquement rempli

d'eau. Toutes les parties et tous les assemblages qui auront, en service, à résister à la pression du gaz liquéfié ou comprimé, doivent être en place, sans consolidation parasite, et participer à l'épreuve ; toutefois une fermeture provisoire peut remplacer le robinet définitif, à la condition d'être vissée dans le taraudage même qui servira à la fixation dudit robinet.

Aucune fuite n'est admise, même sous la forme d'un suintement. L'ingénieur des mines ou son délégué examine l'appareil avec soin, après l'épreuve, sur la surface extérieure de ses parois métalliques, qui doit être entièrement visible, afin de s'assurer que cette surface ne porte aucune trace de fuite ni d'avarie. De plus, il effectue des mesures avant et après l'épreuve, en s'aidant dans toute la mesure utile de repères et de gabarits, de manière à s'assurer que l'épreuve ne produit pas de déformation permanente.

6. — Lorsque la pression d'épreuve est inférieure ou égale à 25 kilogrammes par centimètre carré, elle est constatée au moyen du manomètre vérificateur dont les agents du service des mines sont munis pour la surveillance et les épreuves des appareils à vapeur. En conséquence, l'installation fournie par l'intéressé comprend un ajutage terminé, comme il est dit en l'article 7 du décret du 30 avril 1880, par une bride de 4 centimètres de diamètre et 5 millimètres d'épaisseur, disposée pour recevoir ce manomètre vérificateur.

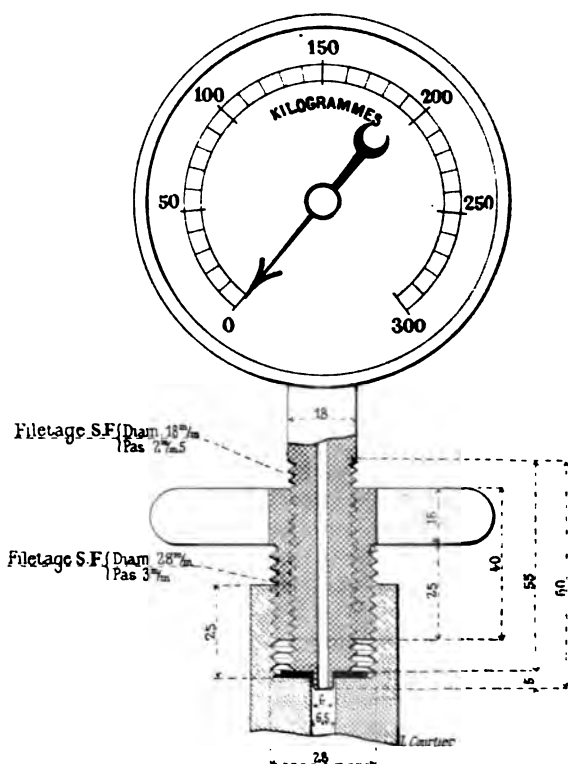
Lorsque la pression d'épreuve excède 25 kilogrammes par centimètre carré, elle est constatée au moyen d'un manomètre vérificateur à haute pression. Ce manomètre (*) porte une tubulure de 60 millimètres de longueur totale, composée de deux parties : l'une, de 55 millimètres de longueur, filetée au diamètre de 18 millimètres et au pas de 2^{mm},3, suivant le type SF (système français) ; l'autre, formant un prolongement cylindrique de 5 millimètres de longueur et 6 millimètres de diamètre. Sur cette tubulure est monté un écrou, taraudé intérieurement au diamètre de 18 millimètres et au pas de 2^{mm},3 (type SF) et fileté extérieurement au diamètre de 28 millimètres et au pas de 3 millimètres (type SF) ; cet écrou a une longueur totale de 40 millimètres, comprenant à l'extérieur 25 millimètres de partie filetée et 15 millimètres de partie cylindrique, et cette dernière partie est munie de deux barrettes méplates pour la manœuvre de l'écrou.

(*) Voir le dessin ci-après.

Pour recevoir l'instrument ainsi disposé, l'installation fournie par l'intéressé comprend un orifice taraudé intérieurement au diamètre de 28 millimètres et au pas de 3 millimètres (type SF); cet orifice a 25 millimètres de profondeur; le fond en est une surface plane, percée en son centre d'un trou de 6^{mm},5 de diamètre.

Montage du manomètre d'épreuve pour les pressions de 25 à 300 kilogr.

Demi-grandeur.



C'est cet orifice taraudé qui reçoit l'écrou, dont le filetage différentiel permet d'opérer à la main un serrage assez énergique pour obtenir l'étanchéité du joint. Ce serrage se fait sur une rondelle en cuir de 2 millimètres d'épaisseur environ, percée en son centre d'un trou de 6 millimètres de diamètre et logée au fond de l'orifice taraudé.

PRESSION D'ÉPREUVES.

7. — Sous le rapport de la pression à laquelle elles doivent être faites, les épreuves hydrauliques se divisent en trois classes.

La première est celle des épreuves dont la pression est numériquement fixée par le règlement, dans les conditions suivantes (art. 25, 27 et 40) :

Acide carbonique liquéfié.....	}	250 kilog. par cent. carré.
Protoxyde d'azote liquéfié.....		
Acétylène liquéfié.....		
Acétylène comprimé plus de 4 kilog. par centimètre carré.....		
Gaz ammoniac liquéfié.....	100	—
Chlore anhydre liquéfié.....	50	—
Acide sulfureux anhydre liquéfié....	}	30 —
Phosgène.....		

Pour les autres gaz la pression d'épreuves dépend de la pression maximum, variable à la volonté des intéressés, sous laquelle le gaz pourra se trouver dans le récipient.

Si cette pression, qui, en aucun cas, ne peut excéder 200 kilogrammes par centimètre carré, est supérieure à 15 kilogrammes par centimètre carré, la pression d'épreuve est égale à ladite pression maximum augmentée de moitié (art. 29).

Si la pression maximum est inférieure ou égale à 15 kilogrammes par centimètre carré, la pression d'épreuve est égale à ladite pression maximum augmentée de 4 kilogrammes par centimètre carré (art. 40).

PREMIÈRES ÉPREUVES ET RÉÉPREUVES.

8. — Aucune différence n'est à faire entre les premières épreuves et les réépreuves, quant à l'épreuve hydraulique elle-même ; la manière de procéder et la pression d'épreuve sont, dans l'un et l'autre cas, celles indiquées aux nos 5, 6 et 7 ci-dessus.

Je rappelle, à titre de renseignement, que, pour satisfaire au règlement sur les transports par chemin de fer, les réépreuves doivent suivre les premières épreuves et se succéder entre elles

à des intervalles fixés, selon la nature des produits, ainsi qu'il suit :

Un an pour le chlore et l'acide sulfureux anhydres liquéfiés et pour le phosgène liquéfié (art. 40) ;

Trois ans pour l'acide carbonique et le protoxyde d'azote liquéfiés (art. 25), l'acétylène liquéfié ou comprimé à plus de 1 kilogramme par centimètre carré (art. 27), le gaz ammoniac liquéfié (art. 40), et tous les gaz à des pressions de plus de 15 kilogrammes par centimètre carré (art. 29) ;

Dix ans pour les gaz à des pressions n'excédant pas 15 kilogrammes par centimètre carré (art. 40^{bis}).

MARQUES ET POINÇONNAGES.

9. — Pour qu'un récipient puisse être présenté à une première épreuve hydraulique, il doit porter une marque distinctive du constructeur ou, à défaut, du propriétaire, et un numéro d'ordre distinctif. De plus, il doit être muni soit d'une médaille de timbre fixée par deux rivets au moins, soit d'un cartouche gravé ou frappé en creux sur le métal même de l'appareil ; cette médaille ou ce cartouche présente un encadrement à l'intérieur duquel on lit, en kilogrammes par centimètre carré, soit la pression d'épreuve précédée de l'abréviation E, s'il s'agit d'une épreuve de la première classe définie au n° 7 (épreuve à pression déterminée par la seule nature du produit), soit la pression maximum sous laquelle il sera licite que le gaz se trouve dans le récipient, s'il s'agit d'une épreuve de la deuxième ou de la troisième classe (épreuves avec surpression proportionnelle ou fixe). Au-dessous de cette inscription est réservée, dans l'encadrement de la médaille ou du cartouche, la place nécessaire pour marquer la date de la première épreuve.

Après que celle-ci a été opérée avec succès, la date est inscrite par frappe à l'endroit réservé, à cet effet, dans l'encadrement de la médaille ou du cartouche, et l'agent qui a procédé à l'épreuve appose la marque du poinçon de l'État, soit sur chacun des rivets de fixation, s'il s'agit d'une médaille rapportée, soit, s'il s'agit d'un cartouche placé à même l'appareil, à droite et à gauche de l'inscription indicatrice de la pression d'épreuve ou de la pression maximum de service.

10. — Pour une réépreuve, la date de l'opération est simplement inscrite par frappe sur l'appareil, et, à gauche de cette ins-

cription, l'ingénieur des mines ou son délégué appose la marque du poinçon de l'État. Toutefois cette manière simplifiée de poinçonner suppose que le récipient porte, nettement lisible, un poinçonnage de première épreuve en France et l'indication de pression correspondante.

Au lieu de présenter le récipient à la réépreuve dans les conditions ci-dessus, il est d'ailleurs toujours loisible à l'intéressé de le munir au préalable d'une médaille de timbre neuve, après avoir enlevé, s'il y a lieu, la médaille poinçonnée dont il avait été antérieurement pourvu; en ce cas, le succès de l'épreuve hydraulique est constaté par le poinçonnage des rivets de fixation et l'inscription de la date sur la médaille neuve, et l'opération devient de tous points identique à celle du n° 9.

11. — Dans tous les cas, la pose ou le renouvellement de la médaille de timbre, ou l'exécution du cartouche, bref la préparation de marques qui peut être nécessaire, conformément aux deux numéros précédents, doit avoir été faite par l'intéressé qui a demandé l'épreuve et qui, comme il a été dit au n° 3, a à fournir, sauf le manomètre, tout ce qui est nécessaire aux opérations.

VÉRIFICATIONS RELATIVES A LA TARE ET AU MAXIMUM DE CHARGE.

12. — Lorsqu'un récipient est présenté pour vérification et poinçonnage de son poids à vide, ou tare, et de son maximum de charge, soit conjointement avec une première épreuve ou une réépreuve par la pression hydraulique, soit isolément de ces épreuves, il faut que ce récipient porte, outre la médaille ou le cartouche dont il est parlé au n° 9, l'inscription de la nature du gaz liquéfié ou comprimé qu'il est destiné à contenir, et les abréviations *Ta* et *Ch*, destinées à être suivies des nombres indiquant, ainsi qu'il sera détaillé aux nos 13 et 14, la tare et le maximum de charge. Ces abréviations *Ta* et *Ch* doivent être soit inscrites sur une médaille fixée par deux rivets au moins, soit gravées ou frappées en creux sur le métal même du récipient. De plus, si l'appareil est un récipient à acide carbonique liquéfié, protoxyde d'azote liquéfié ou acétylène, destiné à l'exportation dans les pays ayant adhéré à la Convention de Berne du 14 octobre 1890, le numéro d'ordre distinctif du récipient doit être reproduit sur sa chape ou couvercle.

13. — Au commencement de chacune des journées où doivent avoir lieu des vérifications de cette nature, l'intéressé qui a

demandé ces vérifications remet à l'ingénieur des mines ou à son délégué une liste des récipients qu'il lui présente, sur laquelle figurent pour chaque récipient, en regard de sa marque de fabrication (ou de propriétaire) et de son numéro d'ordre distinctif, les déclarations ci-après : 1° poids du récipient vide, muni de son robinet, mais sans sa chape ou couvercle ; 2° poids du même appareil complètement rempli d'eau froide ; 3° capacité déduite des données précédentes ; 4° charge maximum résultant de la capacité, et calculée en se rappelant qu'à chaque kilogramme de gaz liquéfié ou comprimé doit correspondre au moins la capacité suivante :

Pour l'acide carbonique et le protoxyde d'azote liquide (art. 25).....	1 ^m ,34
Pour l'acétylène liquéfié ou comprimé à plus de 1 kilogr. par centimètre carré (art. 27).....	1 ,34
Pour le gaz ammoniac liquéfié (art. 40).....	1 ,86
Pour le chlore anhydre liquéfié (art. 40).....	0 ,90
Pour l'acide sulfureux anhydre et le phosgène liquéfié (art. 40).....	0 ,80

5° Enfin poids de la chape ou couvercle, dans le cas où il s'agit d'un récipient à acide carbonique liquide, protoxyde d'azote liquide ou acétylène destiné à l'exportation dans les pays ayant adhéré à la Convention de Berne du 14 octobre 1890.

Une colonne d'*observations* doit permettre à l'agent de l'État d'y indiquer ceux des appareils dont il a vérifié individuellement les données, comme il sera dit au n° 14.

Sur cette liste, les poids sont exprimés en kilogrammes et fractions de kilogramme, les capacités en litres et fractions de litre, le tout suivant le système décimal et avec une approximation telle que les poids soient exprimés à moins de un millième près du poids total du récipient rempli d'eau ou chargé au maximum.

Il doit être entendu qu'un récipient ne peut être présenté à des vérifications de la nature dont il s'agit sans être muni de son robinet et généralement de tous les accessoires dont il sera pourvu lors des transports par chemin de fer (à l'exception toutefois de la chape ou couvercle, qui n'a besoin d'être présentée à ce moment que dans certains cas).

14. — Si les récipients auxquels il y a lieu de faire subir dans une même journée les vérifications en question et dont la liste est remise par l'intéressé à l'agent de l'État, comme il est dit au

numéro précédent, sont en nombre inférieur ou égal à 10, l'agent de l'État fait refaire, sous sa direction et sous ses yeux, pour chaque appareil, toutes les pesées nécessaires à l'établissement de cette liste. Si le nombre dépasse 10, il peut ne procéder à cette vérification que pour un certain nombre d'appareils, arbitrairement choisis par lui dans le lot total. Ce nombre est au moins de 10, tant que le total des récipients présentés n'excède pas 50, et, au delà, il doit être augmenté d'au moins 5 unités par 50 ou fraction de 50 récipients présentée.

Saisi, au commencement de chaque journée, de la liste dont il est parlé au n° 13, et mis en présence des appareils inscrits sur cette liste, l'agent de l'État commence par désigner, dans le lot, ceux de ces appareils qui devront subir sous ses yeux la vérification des pesées. Il fixe aussi, à son choix, l'ordre dans lequel les appareils ainsi désignés seront présentés à ladite vérification. Chacun de ces appareils est alors soumis, sous sa direction, aux trois expériences ci-après :

1° Le récipient, sans chape, est pesé vide ;

2° Il est pesé plein d'eau froide ;

3° La chape, lorsqu'il y a lieu, est pesée à part.

L'agent de l'État s'assure que les résultats des pesées concordent exactement avec les poids déclarés, et vérifie les calculs qui, partant de ces données, déterminent la charge maximum du récipient.

Pour chaque récipient, si les déclarations de la liste sont reconnues exactes, on marque au moyen de chiffres en creux :

1° A droite de l'abréviation *Ta*, le poids du récipient vide sans chape, suivi du signe +. Lorsqu'il y a lieu, on fait suivre ce signe + du poids de la chape, frappé de même. Dans tous les cas, le signe + doit être frappé à la suite du poids à vide sans chape, même lorsque ce signe + ne doit pas être suivi du poids de la chape, afin qu'il ne puisse y avoir confusion entre un nombre exprimant le poids à vide sans chape et un nombre qui exprimerait le poids à vide, chape comprise ;

3° A droite de l'abréviation *Ch*, le poids maximum de gaz liquéfié ou comprimé qu'il sera licite d'emmagasiner dans le récipient.

Il reste à poinçonner ces indications. A cet effet, l'agent qui a procédé aux vérifications appose la marque du poinçon de l'État :

1° S'il s'agit d'une médaille rapportée, une fois sur chacun des rivets de fixation et une fois à côté de ce rivet, sur la médaille ;

2° Si les abréviations *Ta* et *Ch* sont sur le métal même du récipient, deux fois à gauche de chacune de ces indications.

Ce double poinçonnage a pour objet d'indiquer que les indications de tare et de maximum de charge, qui sont ainsi poinçonnées, résultent de pesées que l'agent de l'État a vérifiées individuellement en les faisant recommencer sous ses yeux.

Enfin l'agent qui a procédé aux vérifications appose la marque du poinçon de l'État auprès du numéro d'ordre inscrit sur la chape ou couvercle, afin d'empêcher qu'on puisse remplacer cette chape par une autre qui porterait abusivement le même numéro d'ordre et pourrait être d'un poids différent.

15. — Dans le cas où les vérifications de pesées, ainsi faites pour tous les récipients qui ont été désignés à cet effet dans le lot, concordent toutes sans une seule exception avec les résultats de pesées déclarés par l'intéressé d'après la liste qu'il a remise, les résultats de pesées inscrits sur cette liste pourront être présumés exacts pour le reste du lot. En conséquence, pour les autres récipients, l'agent de l'État se bornera à vérifier les calculs qui, partant des résultats des pesées tels qu'ils sont déclarés, déterminent la charge maximum de chaque récipient. Après que ces calculs auront été reconnus exacts, il sera procédé aux inscriptions à droite des abréviations *Ta* et *Ch*, ainsi qu'il est dit au numéro précédent, et, cela fait, la marque du poinçon de l'État sera apposée :

1° S'il s'agit d'une médaille rapportée, une fois sur chacun des rivets de fixation, sans être redoublée à côté;

2° Si les abréviations *Ta* et *Ch* sont sur le métal même du récipient, une seule fois à gauche de chacune de ces indications.

Ce poinçonnage simple a pour objet de signifier que les indications de tare et de maximum de charge correspondantes ne résultent pas de pesées faites en présence de l'agent de l'État, mais simplement des déclarations de l'intéressé, déclarations présumées exactes, parce qu'une partie en a été contrôlée par l'agent de l'État dans les conditions ci-dessus indiquées.

L'agent apposera d'ailleurs, dans ce cas comme dans l'autre, la marque du poinçon de l'État auprès du numéro d'ordre de la chape.

16. — Il doit être bien entendu que, lorsque l'opération en vue de laquelle un lot de récipients a été présenté par l'intéressé comprend à la fois l'épreuve ou la réépreuve hydraulique et la vérification de la tare et du maximum de charge, tous les récipients du lot, sans aucune exception, doivent subir l'épreuve

hydraulique, aussi bien ceux pour lesquels les poids déclarés par l'intéressé peuvent être présumés exacts sans vérification directe, conformément au numéro précédent, que ceux pour lesquels les pesées sont refaites sous la direction de l'agent de l'État.

17. — Lorsqu'ayant affaire à un lot de plus de dix récipients l'agent de l'État fait procéder à la vérification des pesées pour ceux d'entre les appareils qu'il a désignés conformément au n° 14, il peut arriver que cet agent constate une divergence entre le résultat d'une pesée faite sous ses yeux et la déclaration correspondante inscrite par l'intéressé sur la liste. En ce cas, l'appareil pour lequel cette divergence est reconnue n'est l'objet d'aucun poinçonnage, et les opérations de la journée, même celles qui auraient pour objet des épreuves ou réépreuves hydrauliques, sont immédiatement suspendues. La partie de la liste correspondant aux appareils non poinçonnés est biffée; l'agent de l'État se retire, et les opérations ne pourront être reprises qu'un autre jour, sur demande de l'intéressé, avec présentation d'une liste nouvelle et en conformité des règles précédemment exposées.

S'il s'agissait d'un lot de dix récipients seulement ou de moins de dix récipients, dont par suite toutes les pesées et déterminations de charges dussent être intégralement refaites par l'ingénieur des mines ou son délégué, l'existence d'une divergence entre les constatations de l'agent de l'État et la liste remise donnerait lieu simplement à une rectification de cette liste.

Je vous prie de m'accuser réception de la présente circulaire dont j'adresse directement ampliation aux ingénieurs des mines.

Recevez, etc.

Le Ministre des travaux publics,
TURTEL.

CHEMINS DE FER. — TRANSPORT DES MATIÈRES DANGEREUSES ET INFECTES.
— RÈGLEMENT DU 12 NOVEMBRE 1897. — SURSIS D'APPLICATION.

A MM. les Administrateurs de la Compagnie du chemin de fer d

Paris, le 30 décembre 1897.

Messieurs, en notifiant aux compagnies de chemins de fer, par dépêche du 18 novembre dernier, le nouveau règlement du 12 du même mois (*), relatif au transport par voie ferrée des matières dangereuses et infectes, je leur demandais, en vue de le rendre exécutoire dès le 1^{er} janvier 1898, de m'adresser à bref délai leurs propositions ou observations touchant :

1^o Les modifications à apporter à l'arrêté ministériel du 26 avril 1892 sur le tarif exceptionnel ;

2^o L'extension du régime des colis postaux à certaines matières dangereuses.

Diverses compagnies, dont les réponses me sont parvenues, font remarquer que l'examen de ces deux questions entraîne une étude longue et délicate ; qu'il faut, en outre, un délai suffisant pour l'impression et la distribution des instructions au personnel ; le règlement lui-même devant être réimprimé en entier dans un format tel que les agents puissent le porter soit dans leur poche, soit dans leur sacoche ; qu'il sera, par suite, difficile d'être en mesure d'appliquer le 1^{er} janvier les prescriptions contenues dans ce document et qu'il serait préférable de surseoir, pendant un délai de trois mois, à leur mise en vigueur.

J'ai reconnu, Messieurs, le bien-fondé de ces observations et j'ai décidé de reporter au 1^{er} avril 1898 la date d'exécution primitivement fixée au 1^{er} janvier.

Du moment d'ailleurs que le format du règlement officiel ne se prête pas aux besoins de l'exploitation et que, d'un autre côté, mon administration n'aurait pu supporter la dépense des 20 ou 25.000 exemplaires qui paraissent nécessaires aux compagnies (d'après les renseignements que je possède actuellement), je ne puis que laisser à celles-ci le soin de faire procéder à une nouvelle impression.

(*) Voir *suprà*, p. 439 et 496.

Il est vraisemblable que les grandes compagnies s'entendront à ce sujet avec la même maison ; il serait désirable, dans ce cas, qu'elles voulussent bien lui demander en même temps : 1° de conserver les formes pour le tirage nécessaire aux concessionnaires des lignes secondaires d'intérêt général, des lignes d'intérêt local et même des tramways effectuant un service public de marchandises ; 2° de fixer le prix auquel ce document serait mis en vente.

Afin de pouvoir inviter ces concessionnaires, s'ils le jugent à propos, à s'adresser à ladite maison, je vous prierais de me la faire connaître le plus tôt possible et de m'informer en même temps si elle a accepté l'arrangement sus-indiqué et si elle serait disposée en outre à mettre le règlement en vente pour le public, étant donné que, d'après mes informations, un assez grand nombre de commerçants et d'industriels auraient l'intention de se le procurer.

S'il en était ainsi, vous jugeriez sans doute utile, dans vos instructions aux gares, de faire connaître à celles-ci que le règlement du 12 novembre 1897 est à la disposition du public chez tel imprimeur-éditeur et moyennant tel prix.

Je vous serai obligé de me faire parvenir d'*urgence* ces divers renseignements.

Recevez, etc.

Le Ministre des travaux publics,

Pour le Ministre et par autorisation :

Le conseiller d'État, Directeur des chemins de fer,
LETHIER.

TRAVAIL DES ENFANTS ET DES FEMMES DANS LES MINES, MINIÈRES ET CARRIÈRES.

(ANNÉE 1896.)

RAPPORT

DE LA

COMMISSION SUPÉRIEURE DU TRAVAIL DANS L'INDUSTRIE

AU PRÉSIDENT DE LA RÉPUBLIQUE FRANÇAISE.

(EXTRAIT.)

Les ingénieurs et contrôleurs des mines sont chargés, sous l'autorité du ministre du commerce et de l'industrie, d'assurer l'application de la loi du 2 novembre 1892 dans les exploitations des mines, minières et carrières, ainsi que dans leurs dépendances ; ces dépendances comprennent, soit celles rattachées aux exploitations minérales en vertu de la police ordinaire des mines, soit celles qui ne dépendent pas de la police des mines, mais sont rattachées aux exploitations par un lien industriel immédiat et intime.

La présente note a pour objet de résumer, comme les années précédentes, les faits essentiels des rapports par lesquels les ingénieurs en chef des mines ont rendu compte de l'application de la loi dans leur arrondissement minéralogique.

Statistique des établissements et de leur personnel. — D'après les renseignements recueillis par le service des mines, la statistique de l'industrie extractive pour l'application de la loi du 2 no-

vembre 1892 s'établit conformément au tableau suivant :

DÉSIGNATION	NOMBRE	PERSONNEL			PROPORTION du personnel protégé au personnel total	
		protégé	adulte	Total	en 1896	en 1895
Mines exploitées.....	436	23.594	131.210	154.804	p. 100	p. 100
Carrières { souterraines.....	18	36	189	225	15.2	14.8
{ à ciel ouvert.....	123	82	1.049	1.131	"	"
{ souterraines { continues....	1.631	1.488	15.830	17.318	8.5	7.5
{ souterraines { temporaires...	2.960	243	3.531	3.774	6.4	5.6
{ à ciel ouvert { continues....	10.228	3.032	49.757	52.789	5.7	6.2
{ à ciel ouvert { temporaires...	25.251	2.119	51.047	53.166	3.9	3.7
Total.....	40.617	30.594	252.613	283.207	10.8	"
Total en 1895.....	34.226	27.832	224.391	252.138	"	11.0

L'augmentation de 31.000 personnes, dénotée par ce tableau, dans le personnel de 1896 par rapport à celui de 1895, s'applique pour 4.500 aux mines, et pour le restant aux carrières. Mais pour ce groupe d'exploitations, dont la dissémination et la temporanéité du travail rendent la surveillance si difficile, cette augmentation paraît résulter d'une meilleure connaissance de la situation plus que d'un surcroît d'activité.

On a déjà signalé, dans le rapport de l'année dernière, les différences présentées individuellement par les diverses exploitations groupées ensemble dans le tableau ci-dessus, depuis l'entreprise des mines d'Anzin avec son effectif de 12.000 personnes dont 2.000 protégées, occupées dans les ateliers les plus multiples et les plus divers, jusqu'à ces mines, assez nombreuses, et surtout à ces innombrables carrières qui ne sont que des fouilles, plus ou moins temporaires, sans agencements et sans outillage, occupant deux ou trois personnes, et où souvent même un ouvrier travaille seul. C'est ainsi que, pour les exploitations de mines, nonobstant le nombre des petites exploitations, la moyenne de l'effectif du tableau ci-dessus est encore de plus de 350 ouvriers par établissement, tandis que cette moyenne tombe à 2 pour les carrières à ciel ouvert temporaires, et n'est pas même de 2 pour les carrières souterraines temporaires; elle n'est que de 10 pour les carrières souterraines continues, et de 5 pour les carrières à

ciel ouvert continues qui se rattachent pourtant, les unes et les autres, à l'industrie véritable.

Le nombre des personnes protégées a naturellement augmenté en chiffres absolus avec l'effectif total, mais dans une moindre proportion. Au total, il y aurait un effectif de personnes protégées de 10,8 p. 100, au lieu de 11 p. 100 de l'effectif total. Mais cette réduction, insignifiante sur l'ensemble résulte de la réduction relative plus forte dans les carrières à ciel ouvert continues. Il y a, au contraire, augmentation relative pour les autres catégories, notamment pour les mines.

Aussi bien ce n'est que pour celles-ci que la question du travail des femmes et des enfants présente un réel intérêt à raison du nombre des personnes protégées.

Le tableau suivant indique pour les mines la répartition comparée du personnel protégé en 1895 et 1896.

DÉSIGNATION	AU FOND		AU JOUR		TOTAL	
	en 1896	en 1895	en 1896	en 1895	en 1896	en 1895
Enfants de 12 à 13 ans. { Garçons.....	6	9	41	38	47	47
{ Filles.....	"	"	"	1	"	1
Enfants de 13 à 15 ans. { Garçons.....	4.931	4.914	4.272	3.873	9.203	8.787
{ Filles.....	"	"	1.257	1.118	1.257	1.118
Enfants de 16 à 18 ans. { Garçons.....	6.040	5.863	2.272	2.284	8.312	8.147
{ Filles.....	"	"	1.024	951	1.024	951
Filles mineures de 18 à 21 ans.....	"	"	1.022	753	1.022	753
Femmes majeures.....	"	"	2.729	2.513	2.729	2.513
Totaux.....	10.977	10.786	12.617	11.529	23.594	22.315
Proportion p. 100 du personnel total..	7.0	7.0	8.2	7.8	15.2	14.8

Ce tableau montre que la proportion relative du fond est restée la même d'une année à l'autre; toute l'augmentation relative porte sur le personnel du jour. C'est le résultat du développement pris par la préparation des combustibles pour laquelle on emploie surtout des femmes et des enfants.

On reconnaît encore le même fait en examinant, comme dans le tableau ci-après, la répartition de la proportion relative des personnes protégées par catégories.

DÉSIGNATION	P. 100	
	en 1896	en 1895
Enfants de 12 à 13 ans.....	0.03	0.03
Enfants de 13 à 15 ans.....	6.74	6.60
Enfants de 16 à 18 ans.....	6.03	6.07
Filles mineures de 18 à 21 ans.....	0.65	0.50
Femmes majeures.....	1.75	1.60
Total.....	15.20	14.80

L'augmentation porte en majeure partie sur les filles et les femmes qui ne sont pas occupées à l'intérieur et sur les enfants de treize à quinze ans qui sont plus spécialement employés aussi à l'extérieur.

Le tableau suivant, qui donne pour les personnes protégées la proportion entre l'effectif visité et l'effectif existant, permet de se rendre compte de l'activité de la surveillance du service des mines :

DÉSIGNATION	PERSONNEL		P. 100
	existant	visité	
Mines.....	23.594	23.509	99.6
Minières. { souterraines.....	36	36	100.0
{ à ciel ouvert.....	82	65	79.2
{ souterraines.. } continues.....	1.488	1.397	94.0
Carrières. { } temporaires.....	243	129	53.0
{ à ciel ouvert.. } continues.....	3.032	1.948	64.0
{ } temporaires.....	2.119	431	20.0
Total.....	30.594	27.514	90.0

Toutes les grandes exploitations et à peu près toutes les exploitations souterraines continues ont été visitées plusieurs fois. Ce qu'il est impossible de visiter tous les ans, ce sont ces innombrables carrières souterraines et surtout à ciel ouvert, à travail discontinu, disséminées irrégulièrement sur toute la surface du territoire.

Ces visites sont effectuées par le service des mines concurremment avec celles qu'il exécute pour la police des mines, et c'est justement pour profiter de cette circonstance et éviter le dualisme d'inspection qui pourrait sans cela exister, que le législateur

français, d'accord avec les législateurs de presque tous les autres pays, a donné compétence, pour l'application de la loi du 2 novembre 1892, aux ingénieurs des mines à la place des inspecteurs du travail.

Nous donnons ci-dessous les faits les plus saillants relevés dans ces visites et consignés dans les rapports des ingénieurs, en suivant l'ordre de leurs observations.

Age des enfants. — Embauchage. — L'emploi des enfants de douze à treize ans continue à diminuer ; on paraît vouloir y renoncer, même aux mines d'Aniche où des raisons spéciales, indiquées au rapport précédent, faisaient maintenir systématiquement leur embauchage. Tous ceux qui sont occupés avaient leurs deux certificats, à l'exception d'un enfant de nationalité étrangère qui avait son certificat médical, mais pas de certificat scolaire. Le service des mines de Marseille a cru pouvoir tolérer l'emploi de cet enfant à cause de sa nationalité ; c'était une erreur qui lui a été signalée ; la loi doit s'appliquer sans distinction dans toutes ses parties aux étrangers comme aux Français.

On a continué dans quelques mines du centre, notamment à Decize, à écarter des travaux du fond les enfants de moins de seize ans. On les a même écartés, dans ladite mine, des travaux du jour, en vue d'éviter les roulements spéciaux nécessités sans cela, pour rester dans les limites de la loi. On se borne à occuper des enfants de seize à dix-huit ans avec un roulement de travail de cinq jours par semaine, de façon à ne pas dépasser soixante heures de travail hebdomadaire avec un travail quotidien de dix heures et demie à onze heures.

Il n'y a d'ailleurs rien à ajouter aux observations présentées les années précédentes sur les modifications dans le travail des mines qui ont été la conséquence de la loi du 2 novembre 1892.

Durée et conditions du travail. — On sait que la loi du 2 novembre 1892 donne pour les exploitations minérales ou leurs dépendances trois formules de travail : 1° celle que l'on peut dire de droit commun résultant du régime normal de la loi, combiné, pour les travaux souterrains, avec celui du décret du 3 mai 1893 ; 2° le régime de la double équipe de l'article 4 de la loi du 2 novembre 1892, qui permet de commencer le travail à quatre heures du matin et de le continuer jusqu'à dix heures du soir ; 3° le régime, spécial à quelques mines placées dans des conditions particulières, de l'article 9, paragraphe 3, de la loi

du 2 novembre 1892, qui permet de travailler au fond de quatre heures du matin à minuit.

Les rapports des années précédentes ont fait connaître les diverses applications régulières qui ont été faites de ces formules, et les observations qu'elles ont soulevées dans la pratique. On n'a pas à y revenir, si ce n'est pour signaler une nouvelle application du régime spécial de l'article 9, paragraphe 3, de la loi du 2 novembre 1892 aux mines de houille de Decize (Nièvre) (*).

Comme les années précédentes, les ingénieurs insistent, pour assurer la marche de l'industrie extractive, sur l'utilité de maintenir la double équipe de quatre heures du matin à dix heures du soir pour les travaux souterrains et sur l'utilité des équipes alternantes pour la continuité indispensable du travail extérieur pendant les douze heures qu'il doit durer.

Ils continuent à demander que, pour simplifier les règles et éviter les contestations, le travail souterrain soit réglé d'après la durée de la présence et non sur la durée du travail effectif, qui est impossible à constater ; ils demandent aussi, partout où l'on est obligé de travailler au fond à double poste, que la durée du travail puisse, pour les enfants comme pour les adultes, être prolongée jusqu'à minuit.

Les règles sur la durée et les conditions générales du travail paraissent, en somme, avoir été bien observées partout.

On mentionne la pratique adoptée dans les mines de fer de Meurthe-et-Moselle — qui ne pourrait, il est vrai, être généralisée partout — consistant à faire des appels aux heures de repos indiquées pour assurer la cessation effective du travail à ces heures.

Quelques irrégularités ont été pourtant signalées. Dans le bassin de Saint-Etienne, cinq jeunes ouvriers de seize à dix-huit ans ont été trouvés travaillant la nuit, et cette constatation a, dans un cas, entraîné la condamnation de l'ingénieur de la mine et du gouverneur. Aux mines de Drocourt (Pas-de-Calais) des enfants ont été trouvés travaillant après minuit. A Carmaux, le service des mines a, par erreur, admis dans les ateliers de carbonisation le travail de personnes protégées, les jours fériés : c'est une tolérance que la loi et les règlements ne peuvent autoriser

(*) Ce régime est en outre appliqué : dans le département du Nord, aux mines de Douchy, Escarpelle et Azincourt et, en outre, à Anzin, dans la quinzaine de la Sainte-Barbe ; dans le département du Pas-de-Calais, à 7 mines sur 15 : toutefois, dans ce département, ce régime ne s'applique qu'à 398 enfants sur 6.153.

pour les mines et leurs dépendances. C'est à tort également que le service des mines a autorisé les mines d'Ahun, malgré les avaries pour lesquelles on l'avait sollicité, à faire travailler le personnel protégé pendant quatre dimanches ou jours de repos hebdomadaires.

Aucune tolérance n'a, d'ailleurs, été régulièrement accordée pour la durée du travail. Suivant de vieux usages on a toutefois, sans autorisation explicite, laissé dans le Nord prolonger le travail souterrain, « la coupe », de une heure ou deux pendant la quinzaine de la Sainte-Barbe (du 15 au 30 novembre).

Depuis longtemps, l'emploi des femmes souterrainement a cessé en France dans toute exploitation de quelque importance ; mais de temps en temps on en rencontre quelqu'une travaillant avec son mari dans une pauvre carrière ; tel a été le cas, en 1896, dans une carrière de Normandie et dans des glaisières de la Marne.

Livrets et registres. — Affichage. — La situation reste à peu près telle qu'on l'a signalée dans les années précédentes, avec une tendance à l'amélioration. La loi est convenablement observée dans toutes les exploitations un peu importantes ; dans les petites exploitations, on continue à trouver quelques enfants sans livrets, le plus généralement parce que les maîtres n'ont pu leur en fournir, comme cela se présente notamment dans le sud-ouest.

Il en est de même pour les registres d'inscription.

Les affichages prescrits par la loi ont lieu, sauf dans les carrières, en fait si nombreuses, où il n'existe aucun abri où l'on puisse apposer les affiches.

Accidents. — La situation reste aussi la même pour les déclarations d'accidents. On sait que, pour les exploitations minières auxquelles ne s'applique pas la loi du 12 juin 1893, les accidents dont les conséquences sont légères (entre trois jours et vingt à trente jours d'incapacité) ne sont déclarés individuellement aux maires que lorsqu'ils atteignent les personnes protégées par la loi du 2 novembre 1892 ; ces déclarations ainsi restreintes sont donc sans intérêt. Aussi bien les maires continuent à transmettre très irrégulièrement celles qui leur sont faites ; d'ailleurs, en dehors des grandes entreprises, elles paraissent être faites avec pas mal de négligence.

Pour combler ces lacunes au point de vue de la statistique, les ingénieurs des mines, dans plusieurs services, se sont

entendus avec les exploitants pour recevoir d'eux, mensuellement ou trimestriellement, sous forme d'état, le relevé de tous les accidents. Ce relevé ne préjudicie pas aux avis directs et immédiats que les ingénieurs reçoivent, en vertu des dispositions sur la police des mines, pour tous les accidents ayant des conséquences graves. Ces accidents donnent lieu à une enquête immédiate ; les procès-verbaux sont transmis simultanément, en même temps qu'au parquet, au ministère des travaux publics et au ministère du commerce et de l'industrie, lorsque l'une des victimes est une personne protégée par la loi du 2 novembre 1892.

Contraventions et pénalités. — Les ingénieurs se plaisent à reconnaître la bonne volonté qu'ils rencontrent généralement chez les exploitants pour l'exécution de la loi du 2 novembre 1892.

Aussi n'ont-ils cru, comme les années précédentes, devoir déférer les infractions à l'autorité judiciaire que pour des faits d'une gravité particulière, tels que l'emploi d'enfants la nuit ou pour des infractions qui se liaient à des accidents, sans qu'il y eût toutefois relation directe de cause à effet.

C'est dans ces conditions que six procès-verbaux ont été dressés en 1896, au lieu de quatre en 1895.

Observations générales. — En somme, on peut admettre que la loi du 2 novembre 1892 est généralement bien observée dans l'industrie extractive, et plus spécialement dans les grandes entreprises.

Toutefois, comme dans le rapport de l'année précédente, on ne peut que souhaiter, pour le développement de l'industrie minière, la prompt adoption des quelques modifications proposées par la commission de la Chambre des députés.

Le président,
Richard Waddington.

Le rapporteur pour les mines,
AGUILLOX.

RAPPORT

DE LA

COMMISSION DE STATISTIQUE DE L'INDUSTRIE MINÉRALE ET DES APPAREILS A VAPEUR

AU MINISTRE DES TRAVAUX PUBLICS.

Monsieur le Ministre,

La Commission de statistique de l'Industrie minérale(*) a examiné les tableaux, relatifs à l'année 1896, dans lesquels sont inscrits les résultats des investigations auxquelles se sont livrés les ingénieurs des mines, dans le courant de la présente année, au sujet de la consistance et de la production des mines, salines, minières, carrières, tourbières et des usines métallurgiques en France et en Algérie. Elle a également examiné la statistique des accidents survenus dans les exploitations minérales et celle des appareils à vapeur.

Les données fournies par les états sont énumérées et commentées dans l'Exposé qui les précède, où les principaux résultats des vingt dernières années sont mis en évidence à l'aide de nombreux diagrammes. Les chiffres des importations et des exportations, empruntés aux tableaux publiés par l'Administration des Douanes, y prennent place, et à leur suite les calculs de nos consommations de combustible minéral, de minerais, de sel, de fonte, fer et acier et de métaux divers.

Trois tableaux synoptiques complètent cet ensemble et résument la production minérale et métallurgique des principaux pays du globe.

Cet important travail permet de se rendre compte de la situa-

(*) La Commission est composée de MM. LORIEUX, inspecteur général des mines, *Président*; KELLER, inspecteur général des mines, *Secrétaire*; MICHELOT, chef de la Division des mines; ZEILLER, ingénieur en chef des mines; SOL, chef du 2^e bureau de la Division des mines, *Secrétaire adjoint*.

tion des branches de notre industrie dont les ingénieurs des mines sont appelés à s'occuper. Les résultats les plus intéressants qu'il met en lumière sont les suivants :

La production des combustibles minéraux (houille, anthracite, lignite), qui était restée stationnaire pendant les quatre années de 1890 à 1893, a pris un nouvel essor. Elle a passé de 28.020.000 tonnes en 1895 à 29.190.000 en 1896. En même temps la consommation, qui a progressé de la même façon, est montée de 38.640.000 tonnes à 39.995.000. Les exportations de houille n'ont pas excédé 904.000 tonnes ; elles sont sensiblement stationnaires depuis 1890, et il en est de même des importations. Ces dernières, dont le total, exprimé en houille, s'est élevé à 11.594.000 tonnes, continuent à former une part très importante de la consommation : 29 p. 100. Mais cette part tend à décroître à mesure que nos exploitations deviennent plus actives.

Depuis trois ans, par suite des bas prix du fret et des améliorations apportées dans l'aménagement de nos ports maritimes, les provenances d'Angleterre l'emportent numériquement sur celles de Belgique. Quant aux houilles importées d'Allemagne, elles n'entrent que pour un sixième dans le total général.

Nos principaux départements houillers ont tous contribué à l'augmentation de production que nous venons de mentionner et dont le chiffre s'élève à 1.170.000 tonnes, à l'exception du Gard. Dans celui du Pas-de-Calais, on a extrait 11.871.000 tonnes de houille, soit 761.000 tonnes ou près de 7 p. 100 de plus que l'année précédente.

Le personnel des houillères s'est accru en proportion de 2.900 ouvriers. Il a compris, en nombres ronds, pendant l'année 1896 : 118.000 hommes, 8.000 jeunes gens de seize à dix-huit ans, 5.200 femmes employées exclusivement à l'extérieur des mines et 9.000 enfants ; au total, 140.200 ouvriers.

Le prix de la tonne, sur le carreau des mines, a baissé dans tous les bassins, particulièrement dans le Bourbonnais, dans la Loire et dans les exploitations de l'Aveyron et de l'Auvergne, c'est-à-dire dans les houillères du centre. En moyenne, la diminution a été de 17 centimes, et le prix des 1.000 kilogrammes est descendu de 11 fr. 04 à 10 fr. 84.

Cependant le salaire annuel a haussé de 17 francs en moyenne.

Le total des salaires, qui a été de 165.127.000 francs pour 40.287.000 journées de travail, s'est accru de plus de cinq millions et demi.

Si l'on remarque que la production du charbon s'est dévelop-

pée dans presque tous les centres importants, et que l'augmentation finale atteint 4,2 p. 100 par rapport à l'année précédente, on est conduit à considérer les résultats de l'année 1896 comme satisfaisants pour l'industrie houillère de la France.

Le développement de l'extraction du charbon a, d'ailleurs, été général en Europe. D'après les statistiques les plus récentes, l'Angleterre a produit, en nombres ronds, 198.487.000 tonnes, l'Allemagne 112.438.000, la Belgique 21.250.000, chiffres qui présentent des augmentations respectives sur l'année précédente de 5.791.000, 8.561.000 et 794.000 tonnes. En Allemagne, où l'accroissement a été d'environ 8 p. 100, le progrès a été beaucoup plus marqué que dans les autres pays.

Aux États-Unis, la production, montant à 175.066.000 tonnes, a subi une diminution.

Comparées aux combustibles, dont la valeur sur place représente une somme de 316.469.000 francs, les autres substances minérales ont une importance restreinte. Leur valeur globale, en France, s'élève toutefois à 36.369.000 francs, y compris les minerais de fer des minières et la tourbe. Les minerais de fer contribuent à ce total pour près de 13 millions, les minerais de zinc pour 5.800.000, les pyrites de fer pour 3.561.000, les minerais de plomb et d'argent pour 2.254.000, les substances bitumineuses pour 1.741.000, le minerai de manganèse pour 928.000 francs. Le sel gemme y figure pour 6.860.000 francs, non compris la majoration occasionnée par l'impôt, et la tourbe pour 1.895.000 francs.

Des augmentations ont été réalisées, en 1896, pour presque tous ces produits.

En particulier, l'extraction des minerais de fer s'est beaucoup accrue dans les mines et dans les minières; elle s'est élevée pour l'ensemble à 4.062.000 tonnes, poids supérieur de 382.000 tonnes ou de 10 p. 100 à celui de l'année précédente. C'est grâce à l'activité des usines sidérurgiques, dont nous parlerons plus loin, qu'un semblable développement s'est manifesté dans ces exploitations.

En Algérie, où ne se trouve pas de houille, ni de tourbe, on a extrait des minerais de fer, principalement des minières, pour 2.690.000 francs, des minerais de zinc pour 844.000 francs, des minerais d'antimoine pour près de 95.000 francs, sans compter de faibles quantités de minerais de plomb argentifère et de mercure. Sauf en ce qui concerne cette dernière substance, on constate partout des augmentations notables.

Des recherches de mines ont eu lieu dans 36 départements. On en a compté 89 en France et 7 en Algérie. Sur le total de 96, un peu supérieur à celui de l'année précédente, 38 recherches ne sont que la continuation de travaux antérieurs, mais 58 sont nouvelles.

Il y a lieu de mentionner les nombreux sondages exécutés dans le Nord et dans le Pas-de-Calais pour découvrir le prolongement des couches de houille en dehors des concessions existantes. Ils se sont poursuivis en 1897 dans le second de ces départements et ont permis de constater, près de Wissant, l'existence de plusieurs couches, dont une de 1 mètre d'épaisseur à la profondeur de 226 mètres. Le prolongement du bassin houiller de Saint-Éloy a été également reconnu dans le Puy-de-Dôme, au moyen d'un puits, qui a recoupé une couche de 14^m,50 d'épaisseur à partir du niveau de 279 mètres.

Des sondages entrepris en Algérie, dans le département d'Oran, n'ont pas fourni moins de 200.000 litres de pétrole. Un certain nombre d'autres recherches offrent également un réel intérêt.

Dans le courant de l'année 1896, il a été institué dix nouvelles concessions de mines.

On a vu précédemment que le personnel des houillères compte 140.200 ouvriers, celui des autres mines de toute nature en comprend près de 12.000. Si l'on ajoute à ces nombres 21.250 ouvriers employés dans les carrières souterraines et environ 108.400 qui travaillent dans les carrières à ciel ouvert, on obtient le total considérable de 281.800 ouvriers ; parmi eux, il en est 121.300 qui travaillent souterrainement.

Presque tous sont exposés à des accidents, plus ou moins graves, et particulièrement aux éboulements.

Dans les mines on a compté 202 morts, et dans les carrières 144. Le nombre des victimes excède de 23 celui qui avait été relevé en 1895, parce que plus d'accidents individuels ont entraîné des blessures mortelles et sans qu'il y ait eu d'autre catastrophe à déplorer que l'asphyxie de 24 mineurs, aux mines de Rochebelle, par suite d'un dégagement instantané d'acide carbonique. Le grisou a occasionné la mort de 3 ouvriers seulement, non par explosion, mais également par asphyxie.

C'est l'exploitation des carrières souterraines qui continue à déterminer la plus forte proportion d'accidents mortels, comparativement au nombre des ouvriers.

Dans les mines, et particulièrement dans celles de charbon,

cette proportion se maintient dans des limites inférieures à celles qui résultent des statistiques de tous les pays étrangers.

Le volume consacré à la statistique minérale de 1896 contient, pour la première fois, des renseignements sur le fonctionnement des caisses de secours des mineurs. C'est, en effet, à partir du 1^{er} juillet 1893 que des sociétés de secours ont dû être organisées obligatoirement en faveur des ouvriers et employés des mines, en vertu de la loi du 29 juin 1894, modifiée par celle du 19 décembre suivant. Ces sociétés ont pour objet principal de donner aux membres participants, que les maladies ou des infirmités empêchent de travailler, des secours en argent et des soins médicaux et pharmaceutiques. En cas de décès, elles allouent aux familles des subventions et assurent les frais funéraires. Elles ne diffèrent des sociétés de secours mutuels ordinaires que par le caractère obligatoire de l'affiliation des participants et des versements, opérés par l'exploitant, égaux à la moitié de ceux des ouvriers et des employés.

En raison des délais qu'a entraînés l'élaboration des statuts par les conseils d'administration, ce n'est qu'à partir du 1^{er} janvier 1896 que les sociétés de secours des mineurs sont véritablement entrées dans la période de fonctionnement normal. Aux mineurs s'ajoutent des employés et un certain nombre d'ouvriers des industries annexes des mines, dont la loi a autorisé l'agrégation aux sociétés de secours.

Ces dernières, au nombre de 190, ont réuni 151.696 participants; 50 d'entre elles comptent chacune plus de 1.000 membres.

Les recettes réalisées en 1896 sont de 4.876.413 fr. 86. Cette somme est constituée principalement par les retenues sur les salaires et par les versements des exploitants, dont le montant respectif est de 2.950.753 fr. 21 et de 1.478.630 fr. 51. Les dépenses ne se sont élevées qu'à 4.350.040 fr. 50, de sorte que l'exercice s'est soldé par un excédent de recettes de 526.373 fr. 36. En ajoutant à cette somme l'encaisse au 1^{er} janvier 1896, on trouve que la réserve des sociétés, au 31 décembre, était de 1.331.381 fr. 52. Leur situation est donc très favorable.

Le volume de la statistique minérale renferme les divers éléments des recettes et des dépenses, le nombre des journées de maladie, celui des décès et d'autres détails fort intéressants, concernant le fonctionnement de ces sociétés.

Le second chapitre de l'Exposé donne la consistance et la production des usines métallurgiques de gros œuvre.

Les principales sont les usines sidérurgiques, dans lesquelles on fabrique la fonte, le fer et l'acier. Les produits réalisés en 1896 ont été les suivants :

	Tonnes	Francs
Fontes d'affinage, de moulage et moulées en 1 ^{re} fusion.....	2.340.000	valant 132.238.000
Fers marchands ou spéciaux et tôles de fer.....	829.000	— 126.718.000
Aciers ouvrés de toutes sortes...	917.000	— 209.190.000
Totaux.....	4.086.000	valant 468.146.000

Les augmentations, par rapport à l'année précédente, sont de 336.000 tonnes de fonte, 72.000 tonnes de fer, 202.000 tonnes d'aciers ouvrés. Pour l'ensemble, on constate un accroissement de 610.000 tonnes et de près de 56 millions et demi de francs.

Le développement de l'industrie sidérurgique a donc été très remarquable. Il succède à une période de stagnation comprenant les trois années 1893, 1894 et 1895, et s'explique par les besoins des consommateurs, non satisfaits et accumulés durant cet intervalle.

Les causes de l'atonie préexistante et celles de la reprise des affaires, qui a suivi, sont très complexes. Parmi ces dernières il y a lieu de faire entrer en ligne de compte l'influence qu'a nécessairement exercée la consolidation de la paix en Europe, à la suite de l'alliance contractée entre la France et la Russie.

Il convient de remarquer particulièrement l'essor des aciéries ; leur production s'est accrue de 28 p. 100 ; et c'est pour la première fois qu'elle dépasse celle des usines à fer.

En 1895, on avait encore fabriqué 42.000 tonnes de fer de plus que d'acier ; la proportion s'est renversée en 1896, où les produits ouvrés en acier présentent sur ceux en fer, d'un seul coup, un excédent considérable de 88.000 tonnes.

Il en a été de même pour la consommation des aciers, qui a distancé celle des fers de 95.000 tonnes.

La fabrication des lingots d'acier Bessemer et Martin s'est encore développée davantage ; elle s'est accrue de près de 305.000 tonnes (non loin de 35 p. 100). Dans le département de Meurthe-et-Moselle, qui est de beaucoup le plus fort producteur de lingots, comme aussi de fonte, on a fabriqué environ 420.000 tonnes de lingots en 1896, contre 248.000 en 1895, en

réalisant un progrès de 69 p. 100. On constate aussi un redoublement d'activité dans les aciéries du Nord, de Saône-et-Loire, de la Loire, du Pas-de-Calais, des Landes, de la Loire-Inférieure, de l'Allier, etc.

D'autre part, le commerce extérieur des fontes, fers et aciers, tel qu'il ressort du tableau qui figure dans l'Exposé et qui est dressé au moyen des chiffres publiés par l'Administration générale des Douanes (commerce spécial), dénote une situation beaucoup plus favorable que celle des précédentes années. Le montant des exportations est supérieur à celui des importations à la fois pour les fontes, pour les fers et pour les aciers, et l'excédent total des premières sur les secondes s'est élevé à 275.000 tonnes, en chiffres ronds, tandis qu'il montait à 145.000 en 1895 et seulement à 45.000 en 1894.

L'industrie sidérurgique s'est d'ailleurs beaucoup développée en 1896, non seulement en France, mais encore à l'Étranger. On peut en juger par l'augmentation de la production de la fonte.

L'Angleterre a fabriqué 8.798.000 tonnes de ce métal, l'Allemagne 5.486.000, la Belgique 959.000. Les excédents sont respectivement de 971.000, 720.000 et 170.000 tonnes.

Par contre, la statistique accuse une forte diminution aux États-Unis, aussi bien pour la fonte que pour les combustibles minéraux. Mais l'accroissement indiqué l'année précédente avait été énorme et hors de toute vraisemblance ; et la production de 1896, montant à 8.761.000 tonnes, place encore ce pays sinon au-dessus de l'Angleterre, du moins au même rang, à très peu de chose près.

Les métaux tirés des minerais indigènes, autres que ceux de fer, ne sont obtenus qu'en quantités restreintes. Ce sont : le plomb, l'argent, le zinc, l'aluminium, l'antimoine. Toutefois on fond également dans nos usines métallurgiques des minerais importés, et on désargente des plombs venus de l'Étranger. C'est ainsi que s'augmente la production des métaux dont l'énumération précède et que l'or, le cuivre, le nickel viennent s'ajouter à leur liste.

En laissant de côté les métaux précieux que l'on a retirés des cendres d'orfèvre, au sujet desquels les ingénieurs n'ont aucun moyen d'investigation, et les plombs d'œuvre, simplement désargentés, dont il n'y a pas lieu de faire état, les métaux obtenus en 1896 dans nos usines de gros œuvre représentent une valeur

totale de 40.700.000 francs, en excédent de 3.600.000 sur le chiffre correspondant de 1895.

Il n'y a aucune usine métallurgique en Algérie.

Une statistique très détaillée des appareils à vapeur qui ont fonctionné dans les établissements industriels et divers, sur les chemins de fer et sur les bateaux de la marine marchande, fluviale et maritime, est jointe à celle des industries minérale et métallurgique. Il n'en est publié d'aussi complète dans aucun pays.

Les chiffres qui ont été réunis à cet égard par les ingénieurs des mines, pour l'année 1896, montrent que le nombre des chaudières à vapeur s'accroît constamment et que la puissance des machines grandit en même temps dans une proportion beaucoup plus forte.

Il y avait en activité, en France, à la fin de ladite année, 99.525 chaudières à vapeur, 87.476 machines, au nombre desquelles 11.343 locomotives et 29.280 récipients soumis à la déclaration.

La puissance des machines est indiquée comme étant de 6.282.547 chevaux-vapeur, dont 4.176.835 appartiennent aux locomotives des chemins de fer et des tramways, et 761.647 servent à la propulsion des bateaux.

Il est intéressant de mentionner que l'agriculture dispose de 18.743 machines à vapeur, susceptibles de développer une puissance de 111.123 chevaux-vapeur.

Le nombre des épreuves réglementaires effectuées à la presse hydraulique, dans le cours de l'année, a été de 23.597.

L'emploi de la vapeur à haute pression, dans plus de 80.000 établissements, n'a donné lieu qu'à un très petit nombre d'accidents ayant fait des victimes; on a compté seulement 12 morts et 10 blessés. Sur les chemins de fer on a constaté 7 accidents ayant occasionné des blessures, mais aucun accident mortel. Enfin, sur les bateaux, il y a eu 4 tués et 8 blessés.

Les causes des accidents se sont divisées à peu près également dans les trois catégories suivantes : conditions défectueuses d'établissement, conditions défectueuses d'entretien, mauvais emploi des appareils.

Aucune catastrophe n'est survenue, et le nombre des morts est notablement inférieur à la moyenne des dix dernières années.

En résumé, les renseignements recueillis par les ingénieurs

des mines s'appliquent à des objets importants et variés. Ils donnent lieu de constater une situation satisfaisante de notre industrie houillère et un développement très remarquable de notre industrie métallurgique pendant l'année 1896.

La Commission vous prie d'agréer, Monsieur le Ministre, l'assurance de ses sentiments les plus dévoués et les plus respectueux.

Paris, le 2 décembre 1897.

L'Inspecteur général des mines,
Secrétaire de la Commission,
O. KELLER.

L'Inspecteur général des mines,
Président de la Commission,
E. LORIEUX.

PERSONNEL.

I. — Ingénieurs.

DÉCORATIONS.

Décrets des 29 et 31 décembre 1897. — Sont promus ou nommés dans l'Ordre national de la Légion d'honneur :

Au grade de commandeur :

M. Jacquot, Inspecteur général en retraite (sur la proposition du Grand Chancelier) ;

Au grade d'officier :

MM. Parran, Ingénieur en Chef en retraite ;

Rolland, Ingénieur en Chef de 2^e classe (sur la proposition du Ministre du Commerce, de l'Industrie, des Postes et des Télégraphes).

Au grade de chevalier :

M. Nentien, Ingénieur ordinaire de 1^{re} classe.

DÉCÈS.

Date du décès.

M. Ichon, Ingénieur en chef de 2^e classe..... 25 déc. 1897.

CONGÉ.

Arrêté du 10 décembre 1897. — Un congé d'un an, sans traitement, est accordé pour affaires personnelles à **M. Bailly**, Ingénieur ordinaire de 3^e classe, chargé du sous-arrondissement minéralogique de Reims.

CONGÉS ILLIMITÉS.

Arrêté du 4 décembre 1897. — **M. Laurent**, Ingénieur ordinaire de 2^e classe, précédemment mis en congé renouvelable et autorisé à entrer au service de la Compagnie des chemins de fer du Midi, est placé, sur sa demande, dans la situation de congé illimité.

Décision du 13 décembre. — **M. Soubeiran**, Ingénieur ordinaire de 1^{re} classe, en congé illimité en qualité d'Ingénieur-Conseil des mines de Bruay et de l'Escarpelle, est autorisé à remplir, en outre, les fonctions d'Ingénieur-Conseil des mines de Blanzay (Saône-et-Loire).

Arrêté du 21 décembre. — **M. Bernard**, Ingénieur ordinaire de 3^e classe, précédemment mis en congé renouvelable, est placé sur sa demande en congé illimité et autorisé à rester au service de la Société en participation des mines de l'Imérina (Madagascar).

II. — Contrôleurs des mines.

NOMINATION.

30 décembre 1897. — **M. Robert** (Émile), ancien Élève breveté de l'École des maîtres-ouvriers mineurs d'Alais, sorti en 1892 avec le n° 1, est nommé Contrôleur de 4^e classe et mis à la disposition du Gouvernement tunisien pour être employé au service des travaux publics de la Régence.

Il sera considéré comme étant en service détaché.

DÉCÈS.

M. Platon (Émile), Contrôleur de 2 ^e classe, — Maine-et-Loire, service du sous-arrondissement minéralogique d'Angers.....	Date du décès. 24 déc. 1897.
---	-------------------------------------

CHEMINS DE FER EN EXPLOITATION.

Décision du 18 décembre 1897. — Le service du Contrôle de l'exploitation de la ligne de Nérac à Mont-de-Marsan, — réseau du Midi, — est rattaché, savoir :

1^o Pour le Contrôle de la voie et des bâtiments :

Au 1^{er} arrondissement d'Ingénieur ordinaire des Ponts et Chaussées, à Bordeaux ;

2^o Pour le Contrôle de l'exploitation technique :

Au 1^{er} arrondissement d'Ingénieur des Mines, à Bordeaux ;

3^o Pour le Contrôle de l'exploitation commerciale :

A la 1^{re} circonscription d'Inspecteur à Bordeaux ;

4^o Pour la surveillance administrative :

Au commissariat de Mont-de-Marsan.

Par suite, le Contrôle de la section de ladite ligne, comprise entre Nérac et Mézin cesse de faire partie des 2^e arrondissements du Contrôle de la voie et de l'exploitation technique, de la 2^e circonscription d'Inspecteur à Toulouse, et du commissariat de surveillance administrative de Nérac.

TABLE DES MATIÈRES

DU TOME VI.

Lois.

	Pages.
26 mars 1897. — Modification de l'article 4 de la loi du 15 juillet 1845 (clôture et barrières de chemin de fer).....	89
29 mars. — Fixation du budget général des dépenses et des recettes de l'exercice 1897. — Extraits relatifs à des modifications : 1° de diverses lois sur l'attribution de pensions civiles; 2° de la loi du 20 juillet 1886 sur la Caisse nationale des retraites pour la vieillesse.....	90
21 juillet 1897. — Fixation des contributions directes et taxes assimilées pour l'exercice 1898 (Extrait concernant une modification de la loi du 17 juin 1840 sur l'exploitation du sel)...	354

Décrets.

6 juillet 1896. — Addition à la nomenclature des établissements dangereux, insalubres ou incommodes. — note de la page...	336
8 janvier 1897. — Rejet d'une demande en concession de mines de <i>pyrite de fer et autres minerais connexes</i> dans la commune d'ARLEUF-DU-MORVAN (Nièvre).....	5
8 janvier. — Etablissement, sur le chemin de fer des mines de CRESPIN, d'un raccordement avec une usine sise à QUIÉVRECHAIN (Nord).....	5
13 janvier. — Rejet d'une demande en extension de la concession des mines de <i>plomb argentifère</i> de l'ARGENTIÈRE (Hautes-Alpes).....	7
19 janvier. — Concession des mines de <i>pyrite de fer cuivreuse</i> de TAMA (Corse).....	7
16 février. — Déclaration d'intérêt public et fixation d'un périmètre de protection pour la source minérale n° 1, dite des VIEUX-BAINS, à HAMMAN-BOU-HADJAR (Algérie).....	29
21 février. — Promulgation d'un nouveau règlement en vue de prévenir les abordages en mer.....	30
23 février. — Réunion des concessions de mines de schistes bitumineux des PLAMORES, de la SARCELIÈRE (Allier), du CERVEAU et de LA COMAILLE (Saône-et-Loire).....	45
25 février. — Extension, quant au périmètre et aux substances concédées, de la concession des mines de <i>plomb sulfuré</i> du GRAND-CLOT (Hautes-Alpes).....	47

	Pages.
25 février 1897. — Réorganisation du régime des mines en ANNAM et au TONKIN.....	50
25 février. — Modification du décret du 10 avril 1894 relatif à l'établissement d'une fabrique de <i>dynamite</i> dans la commune d'ARLES (Bouches-du-Rhône).....	72
23 mars. — Établissement d'un dépôt de <i>dynamite</i> à SAINT-JEAN-DE-BONNEFONDS (Loire).....	81
24 mars. — Extension, quant au périmètre et aux substances concédées, de la concession des mines d' <i>argent et autres métaux connexes</i> des CHALANCHES (Isère).....	85
26 mars. — Rejet d'une demande en autorisation de recherches de mines dans la commune de LA BUDÉLIÈRE (Creuse).....	88
27 mars. — Établissement d'un dépôt de <i>dynamite</i> au CROISIC (Loire-Inférieure).....	90
27 mars. — Établissement d'un dépôt de <i>dynamite</i> à CHERBOURG (Manche).....	90
31 mars. — Réunion des concessions de mines de <i>houille</i> du SOULIÉ et de SAINT-PERDOUX (Lot).....	93
16 avril. — Établissement d'un dépôt de <i>dynamite</i> à AMBIALET (Tarn).....	269
1 ^{er} mai. — Concession des mines de <i>pyrite de fer et autres métaux connexes</i> des ARMENTIERS (Isère).....	297
9 mai. — Modification du décret du 25 septembre 1876 relatif à l'établissement d'une fabrique de <i>dynamite</i> au plateau d'ABLON (Calvados).....	299
25 mai. — Rejet d'une demande en extension de la concession des mines de <i>lignite</i> de la CREUSE (Savoie).....	302
27 mai. — Autorisation de recherches de <i>mines métalliques</i> à SAINT-LAURENT-LE-MINIER (Gard).....	302
27 mai. — Modification du décret du 9 novembre 1853, en ce qui concerne l'admission à la retraite des fonctionnaires et agents de l'État.....	305
6 juin. — Modification de l'organisation de l'OFFICE DU TRAVAIL.....	333
21 juin. — Addition à la nomenclature des établissements industriels autorisés à employer des filles mineures et des femmes.....	334
24 juin. — Addition à la nomenclature des établissements dangereux, insalubres ou incommodes.....	335
4 juillet. — Établissement d'un dépôt de <i>dynamite</i> à SAINT-ÉTIENNE (Loire).....	345
19 juillet. — Détermination des conditions du congé illimité pour les ingénieurs des ponts et chaussées et des mines.....	345
20 juillet. — Réglementation de l'exploitation des mines autres que les mines d'or, de métaux précieux et de pierres précieuses à MADAGASCAR.....	347
21 juillet. — Modification du décret du 18 octobre 1896, relatif à l'organisation de l'école nationale supérieure des mines.....	355
28 juillet. — Règlement d'administration publique pour l'exécution de l'article 28 de la loi du 29 mars 1897 (Retenue supportée par les fonctionnaires ou employés sur leurs rétributions).....	356

29 juillet 1897. — Addition à la nomenclature des établissements admis à bénéficier des tolérances prévues par la loi du 2 novembre 1892 sur le travail des enfants, des filles mineures et des femmes.....	358
4 août. — Autorisation à la SOCIÉTÉ DE L'ÉCLAIRAGE AU GAZ ET DES HAUTS-FOURNEAUX ET Fonderies de Marseille et des mines de PORTES-ET-SÉNÉCHAS de se transformer en société anonyme dans les termes de la loi du 24 juillet 1867.....	373
9 août. — Concession des mines de <i>fer</i> des PRANES (Var).....	374
12 août. — Déclaration d'intérêt public des <i>sources minérales</i> BADOIT n° 2, REMY, NOEL n° 3 et NOEL n° 5, à SAINT-GALMIER (Loire).....	376
14 août. — Établissement d'un dépôt de <i>dynamite</i> à CONTES-LES-PINS (Alpes-Maritimes).	377
17 août. — Concession des mines de <i>civre et métaux connexes</i> de SAN-QUILICO (Corse).....	378
17 août. — Organisation de l'inspection générale des travaux publics des colonies.	379
17 août. — Addition à la nomenclature des établissements dangereux, insalubres ou incommodes.....	382
18 août. — Réorganisation des services des travaux publics en ALGÉRIE.....	383
3 septembre. — Concession des mines de <i>plomb, zinc, argent et autres métaux connexes (fer excepté)</i> d'HUELGOAT (Finistère).	403
3 septembre. — Déclaration d'utilité publique d'un chemin de fer reliant les mines de fer de MOULAINNE et d'HERSERANGE aux usines de Mont-Saint-Martin et de Moulaine (Meurthe-et-Moselle)... ..	405
16 septembre. — Réunion des concessions de mines de <i>fer et de manganèse</i> d'ALBAN-ET-LE-FRAYSSÉ et de MONTCOUYOUL (Tarn).	410
22 septembre. — Modification du décret du 10 février 1892 réglant l'exploitation des carrières du département d'ILLE-ET-VILAINE.....	411
24 septembre 1897. — Promulgation en Indo-Chine des lois des 15 juillet 1845 et 26 mars 1897 sur les chemins de fer.....	412
14 octobre. — Acceptation de la renonciation à la concession des mines de <i>plomb, zinc et autres métaux associés dans les mêmes gîtes</i> d'ARDOIX-ET-TALENCIEUX (Ardèche).....	419
14 octobre. — Règlement d'administration publique pour l'exécution de la loi du 27 décembre 1895 sur les caisses de retraite, de secours et de prévoyance fondées au profit des employés et ouvriers.....	420
29 octobre. — Extension de la Convention internationale de Berne pour les transports de marchandises par chemins de fer aux relations entre la France et le Danemark.....	426
12 novembre. — Rejet d'une demande en concession de mines de <i>pyrite de fer, manganèse et autres minerais connexes</i> dans les communes de LA ROCHE-MILLAY et autres (Nièvre).....	439
5 décembre. — Concession des mines d' <i>antimoine et métaux connexes</i> de POUBEAU (Haute-Garonne).....	505

	Pages.
24 décembre 1897. — Extension, quant aux substances concédées, de la concession des mines de <i>fer</i> de SALSIONE (Aude).....	507
24 décembre. — Addition au décret du 8 février 1892 réglementant l'exploitation des carrières du département du FINISTÈRE.....	507
24 décembre. — Addition au décret du 26 mai 1891 réglementant l'exploitation des carrières du département de la LOIRE-INFÉRIEURE.....	508
24 décembre. — Addition au décret du 10 février 1892 réglementant l'exploitation des carrières du département du MORBIHAN.....	508

Arrêtés ministériels.

18 mars 1897. — Approbation de l'adjudication des concessions de mines de <i>galène</i> de LA BÉRANGÈRE, de <i>galène</i> de NOTRE-DAME-DE-LA-GORGE, et d' <i>asphalte et matières bitumineuses</i> des DOUATTES (Haute-Savoie).....	81
29 avril. — Organisation du contrôle des voies ferrées des quais des ports maritimes et fluviaux.....	269
1 ^{er} juin. — Institution d'une commission de surveillance de bateaux à vapeur à AUXERRE.....	333
29 juin. — Déchéance des concessionnaires des mines de <i>cuivre, argent et autres métaux</i> du CHAPEAU (Hautes-Alpes).....	337
26 juillet. — Réglementation de l'usage du vélodépêde dans les services des travaux publics.....	356
16 août. — Institution d'une commission de surveillance de bateaux à vapeur à NANTUA (Ain).....	377
29 septembre. — Modification du règlement intérieur de l'École des mines de Saint-Étienne.....	412
18 octobre. — Approbation de l'adjudication de la concession des mines de <i>plomb argentifère</i> de SAINT-SANTIN-CANTALÈS (Cantal).....	425
19 octobre. — Approbation de l'adjudication de la concession des mines d' <i>anthracite</i> de SAINT-BARTHÉLEMY-DE-SÉCHILLIENNE (Isère).....	425
6 novembre. — Modification de l'article 7 de l'arrêté du 2 février 1893 relatif aux brevets de mécanicien de la marine marchande.....	439
12 novembre. — Règlement pour le transport par chemins de fer des matières dangereuses et infectes.....	439
23 novembre. — Approbation de l'adjudication de la concession des mines de <i>lignite</i> de BOUTARESSÉ (Puy-de-Dôme).....	492

Circulaires ministérielles.

19 janvier 1897. — Statistique de l'industrie minière. — Production des carrières.....	14
10 février. — Mines. — Redevance proportionnelle. — Recettes accessoires. — Stock.....	74
26 février. — Substitution des allumettes amorphes aux allumettes au phosphore.....	77

TABLE DES MATIÈRES.

555

	Pages.
9 mars 1897. — Affichage de la provenance des retards des trains de voyageurs dans les gares	94
31 mars. — Personnel. — Décorations étrangères.....	95
15 avril. — Laboratoires de chimie départementaux. — Comptes rendus annuels.....	281
17 avril (<i>Commerce et industrie</i>). — Travail des enfants et des femmes dans les établissements industriels. — Déclaration des accidents.....	282
30 avril. — Personnel. — Autorisation d'absence des ingénieurs.	283
10 mai. — Chemins de fer. — Trains ouvriers.....	308
14 mai. — Personnel. — Fonctionnaires se livrant au commerce.	311
15 mai. — Organisation du contrôle des voies ferrées des quais des ports maritimes ou fluviaux.....	311
28 mai. — Chemins de fer. — Primes des mécaniciens. — Enregistreurs de vitesse.....	312
26 juillet. — Usage du véloipède dans les services des travaux publics.....	360
9 août. — Ingénieurs de l'Etat autorisés à entrer au service de l'industrie privée.....	388
16 août. — Personnel. — Maintien en activité après l'admission à la retraite.....	389
21 août. — Comptabilité. — Agents en non-activité. — Retenue pour le service des pensions civiles.....	390
27 août. — Comptabilité. — Retenue du premier douzième. — Application de l'article 28 de la loi du 29 mars 1897.....	396
30 août. — Caisses de secours et de retraites des ouvriers mineurs. — Surveillance de l'administration sur les sociétés de secours	399
11 octobre. — Chemins de fer. — Service des chefs de gare et des mécaniciens et chauffeurs. — Exécution de la circulaire ministérielle du 30 juillet 1896.....	427
4 novembre. — Chemins de fer. — Installation des dortoirs des mécaniciens et chauffeurs dans les dépôts.....	493
18 novembre (<i>Direction générale de l'Enregistrement</i>). — Caisses de secours et de retraites des ouvriers mineurs. — Bénéfice de l'assistance judiciaire.....	495
18 novembre. — Chemins de fer. — Transport des matières dangereuses et des matières infectes. — Arrêté du 12 novembre 1897.....	496
9 décembre (<i>Travaux publics et Commerce et Industrie</i>). — Accidents survenus dans les mines, minières et carrières. — Déclarations et enquêtes.....	510
15 décembre. — Epreuves des récipients à gaz liquéfiés ou comprimés.....	519
30 décembre. — Chemins de fer. — Transport des matières dangereuses et infectes. — Règlement du 12 novembre 1897. — Sursis d'application.....	530

Décisions du conseil d'État au contentieux.

	Pages.
30 octobre 1897. — Délégués à la sécurité des ouvriers mineurs. — Annulation d'un arrêté du conseil de préfecture du département des Ardennes (Election du sieur Aubry-Oudart; — circonscription de l'ardoisière Saint-Quentin, à Rimogne).....	433

Arrêts de la Cour de cassation.

11 mars 1896. — <i>Chambre civile</i> . — Mines. — Dommages à la surface. — Dommages éventuels (Affaire RINCHEVAL contre C ^{ie} DES MINES DE LENS)	23
1 ^{er} mai 1897. — <i>Chambre criminelle</i> . — Carrières. — Exploitation de phosphates de chaux en ALGÉRIE.....	416

Arrêts de Cours d'appel.

16 novembre 1893. — <i>Douai</i> . — Mines. — Dommages à la surface. — Dommages éventuels (Affaire RINCHEVAL contre C ^{ie} DES MINES DE LENS).....	19
2 décembre 1896. — <i>Amiens</i> . — (<i>Même affaire que la précédente</i>).....	23
26 décembre 1896. — <i>Douai</i> . — Mines. — Dommages causés au régime d'un cours d'eau par l'exploitation souterraine (Affaire ARONIO DE ROMBLAY contre C ^{ie} DES MINES DE LIÉVIN).....	366
30 décembre 1896. — <i>Dijon</i> . — Mines. — Dommages à la surface. — Terrains vendus avec clause de non-garantie (Affaire GORTHIÈRE contre SCHNEIDER ET C ^{ie}).....	321
3 avril 1897. — <i>Nîmes</i> . — Caisses de secours et de prévoyance d'ouvriers mineurs. — Ouvriers blessés. — Assistance judiciaire (Affaire ROUX contre MARSAUT).....	430
30 avril 1897. — <i>Angers</i> . — Carrières. — Exploitation dans le terrain d'autrui moyennant redevance. — Défaut de déclaration. — Responsabilité pénale de l'entrepreneur des travaux	341

Jugements de tribunaux.

23 janvier 1893. — <i>Béthune</i> . — Mines. — Dommages à la surface. — Dommages éventuels (Affaire RINCHEVAL contre C ^{ie} DES MINES DE LENS).....	18
27 novembre 1894. — <i>Compiègne (correctionnel)</i> . — Carrière abandonnée. — Absence de clôture.....	339
13 août 1895 — <i>Autun</i> . — Mines. — Dommages à la surface. — Terrains vendus avec clause de non-garantie (Affaire GORTHIÈRE contre SCHNEIDER ET C ^{ie}).....	317

TABLE DES MATIÈRES.

557

	Pages.
18 mars 1896. — <i>Albi</i> . — Mines. — Dommages à la surface (Affaire FENIÈS contre C ^e DES MINES DE CARMAUX).....	315
1 ^{er} juin 1896. — <i>Aix</i> . — Caisses de prévoyance d'ouvriers mineurs antérieures à la loi du 29 juin 1894. — Liquidation (Affaire CAISSE DE SECOURS DES MINES DE TRETS).....	284
4 juin 1896. — <i>Béthune</i> . — Mines. — Dommages causés au régime d'un cours d'eau par l'exploitation souterraine (Affaire ARONIO DE ROMBLAY contre C ^e DES MINES DE LIÉVIN).....	363
11 décembre 1896. — <i>Tébessa</i> (<i>simple police</i>). — Carrières. — Exploitation de phosphates de chaux en ALGÉRIE.....	415
23 décembre 1896. — <i>Alais</i> . — Caisse de secours et de prévoyance d'ouvriers mineurs. — Ouvrier blessé. — Assistance judiciaire (Affaire ROUX contre MARSAUT).....	429
5 janvier 1897. — <i>Aix</i> . — Caisses de prévoyance d'ouvriers mineurs antérieures à la loi du 29 juin 1894. — Liquidation (Affaire CAISSE DE SECOURS DES MINES DE TRETS).....	293
22 mars 1897. — <i>Baugé</i> (<i>correctionnel</i>). — Carrières. — Exploitation dans le terrain d'autrui moyennant redevance. — Défaut de déclaration.....	340

Objets divers.

Tunisie. — 13 avril 1897. — Concession de la mine de <i>plomb, zinc et métaux connexes</i> du DJEBEL-BOU-JABER.....	271
Travail des enfants et des femmes dans les mines, minières et carrières, en 1896. — Rapport de la Commission supérieure du travail.....	532
Rapport de la Commission de statistique de l'industrie minérale et des appareils à vapeur (année 1896).....	540
Sources d'eau minérale :	
I. — Autorisation d'exploiter.....	509
II. — Changements de noms.....	509

PERSONNEL.

I. — Ingénieurs.

Aguillon, 437. — Amiot, 435. — Anglès-Dauriac, 343.
 Babu, 371. — Bachellery, 343. — Bailly, 549. — Béchevel (de), 294. — Bellom, 438. — Bernard, 550. — Bernheim, 372. — Bertrand, 97 et 437. — De Billy, 436. — Boutan, 436. — Brisse, 502.
 Carcanagues, 294 et 435. — Carnot, 437. — Castelnau (de), 435 et 437. — Chapuy, 330 et 501. — Chesneau, 294. — Clérault, 437 et 501. — Coince, 502. — Colin de Verdière, 97 et 371. — Cornu, 437. — Cousin, 294. — Crussard, 417. — Cuvelette, 372.

Delafond, 371.
 Étienne, 343.
 Fèvre, 330. — Fontaine, 438.
 Glasser, 343. — Gourguechon, 417.
 Haton de la Goupillière, 437. — Herscher, 330 et 371. — Heurteau, 435 et 437.
 Ichon, 549.
 Jacob, 402. — Jacquot, 549. — Janet, 342. — Jouguet, 372.
 Keller, 438.
 Lallemand, 437. — De Launay, 437. — Laurans, 97 et 371. — Laurent, 549. — Le Chatelier, 437. — Leclère, 78, 344 et 501. — Le doux, 97, 436, 437 et 502. — Leprince-Ringuet, 343. — Le Verrier, 438. — Lévy (Léon), 435 et 438. — Lévy (Michel), 437. — Liénard, 371. — Linder, 27 et 438. — Lodin, 438. — Loiret, 417. — Lorieux, 437. — Luuyt, 435.
 Maître, 436. — Montard, 372.
 Nentien, 549. — Nivoit, 342, 402 et 438. — Noblemaire, 437.
 Olry, 342 et 437. — Orsel, 437.
 Parran, 437 et 549. — Pellé, 436. — Pelletan, 371. — Poincaré, 437. — Potier, 437. — Potiron de Boisfleury, 343. — Pouyanne, 402.
 Ruffi de Pontevez-Gévaudan (de), 343. — Rolland, 435, 438 et 549.
 Sauvage, 437 et 501. — Solente, 343. — Soubeiran, 26, 436, 437 et 549.
 Taffanel, 417. — Tauzin, 437. — Termier, 78.
 Verlant, 371 et 372. — Vicaire, 437. — Vieira, 371. — Villot, 294. — Voisin, 294 et 436.
 Walckenaer, 97 et 437. — Weiss, 330 et 502. — Worms de Romilly, 342, 402 et 437.

II. — Contrôleurs des mines.

Balteau, 331. — Berthon, 79 et 80. — Bertrand, 79. — Bizot, 417. — Breton, 331.
 Chabert, 343. — Clère, 79. — Cloupet, 80. — Coignard, 79. — Croisille, 79.
 Decressain, 79. — Dumas (Antoine), 79.
 Flatraud, 27. — Fourmond, 79. — Fourney, 295.
 Gardes, 295. — Granddidier, 79.
 Hamon, 79.
 Jourdan, 79.
 Lafond, 79. — Larmanou, 79. — Lefèvre, 78.
 Marchal, 79. — Masson, 79. — Merle, 372. — Moreau, 79.
 Péricard, 79. — Perrot, 502. — Pierron, 79. — Platon, 550. — Pommier, 89. — Pondruel, 417. — Poteau, 79.
 Radigois, 79. — Ravaudet, 79. — Repelin, 295. — Rigal (François), 294.
 Rigal (Gilbert), 295. — Robert, 550. — Rossi, 98, 295 et 503.
 Sèvreux, 417. — Séris, 79. — Simon (Jules), 79. — Soudan, 295.
 Teyssonnières, 80 et 296. — Thomas (Alexandre), 417.
 Vallet, 79.
 Waterlot, 78.

III. — *Commis des mines.*

Caquil, 343.

Maitrepierre, 343.

Chemins de fer en exploitation.

	Pages.
25 janvier 1897. — Organisation du contrôle de l'exploitation de la ligne de Dieppe au Havre (section des Ifs à Rolleville)....	27
2 octobre. — Organisation du contrôle de l'exploitation de la ligne de Lannemezan à Arreau.....	436
18 décembre. — Organisation du contrôle de l'exploitation de la ligne de Nérac à Mont-de-Marsan.....	550

Écoles.I. — *École nationale supérieure des mines.*

Décret du 21 juillet 1897. — Modification du décret du 18 octobre 1896.....	355
Liste des élèves admis en 1897.....	503
Liste des élèves diplômés en 1897.....	344

II. — *École des mines de Saint-Étienne.*

5 avril 1897. — Nomination de deux membres du conseil de perfectionnement pour 1897.....	296
29 septembre. — Modification du règlement intérieur.....	412
Liste des élèves admis en 1897.....	418
Liste des élèves diplômés en 1897.....	418

Service des mines.

29 avril 1897. — Réorganisation des cadres et subdivisions des contrôleurs des mines du sous-arrondissement minéralogique de Chalon-sur-Saône.....	331
--	-----

Personnel. — Objets divers.

Nomination de M. Guillaïn, inspecteur général des ponts et chaussées, comme Directeur honoraire des routes, de la navigation et des mines.....	26
Nomination de M. Quinette de Rochemont, inspecteur général des ponts et chaussées, comme Directeur des routes, de la navigation et des mines.....	26
21 janvier 1897. — Nomination de M. Quinette de Rochemont, Directeur des routes, de la navigation et des mines, comme conseiller d'État en service extraordinaire.....	26
21 juin. — Nomination de collaborateurs au service de la carte géologique détaillée de la France.....	344

Exposition universelle de Bruxelles en 1897. — Nomination, comme membres des comités d'admission et d'installation, de divers membres du corps des mines, pages 28 et.....	80
Exposition universelle de 1900. — Nomination, comme membres des comités d'admission, de divers membres du corps des mines.....	437
État du personnel des mines, au 1 ^{er} mai 1897.....	99

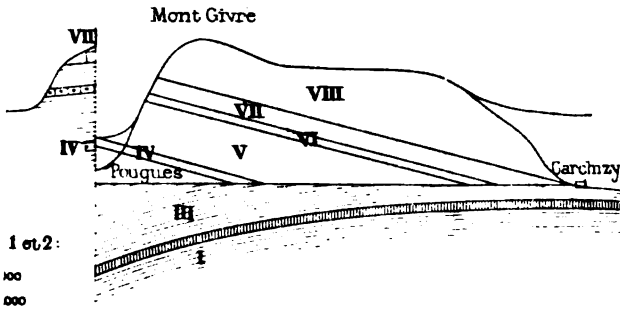
ERRATA.

Page 28. — Nomination de divers membres du corps des mines comme membres de comités d'admission.
(Voir l'insertion rectifiée p. 80).

Page 354. — Renvoi (**), § 1^{er}, au bas de la page, 4^e ligne :
au lieu de : ... sans déduction d'un quart...,
lire : ... sous déduction,... etc.

de Pougues, avec projection des collines de l'Est

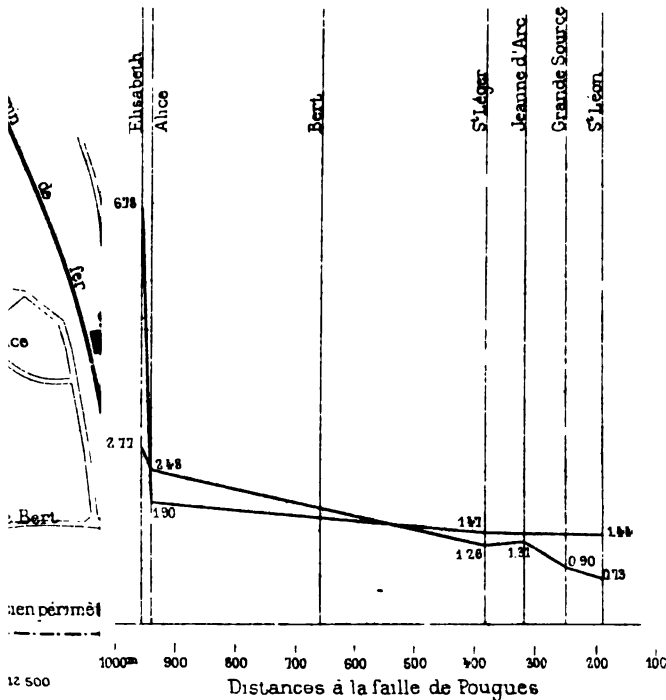
S. 15° 0



Légende

planches bath ^a sup ^r	II Calcaire à entroques baj ⁿ mfer ^r
bathonien moyen	I Marnes du lias
bath ^a inf ^r et baj ⁿ sup ^r	A Alluvions sableuses

Fig. 5



re ma
stunac
e int
lérieur de chaudière verticale (24 Février.)

Fig. 11.

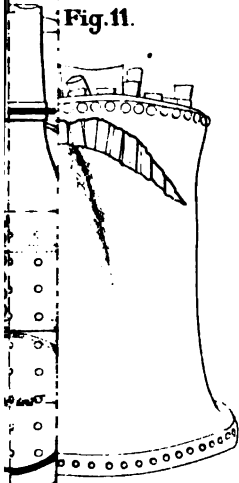


Fig. 12.

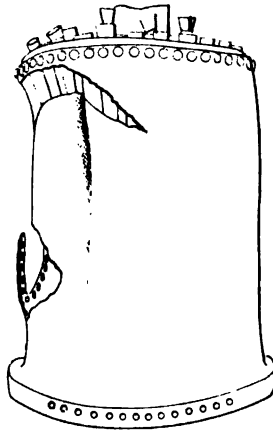


Fig. 14.
extrémité arrière d'un
anneau renversée montrant en A
une corrosion (26 Mars)
de et d
audier

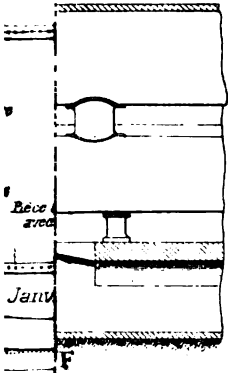


Fig. 15
Coupe suivant EF de la Fig. 14

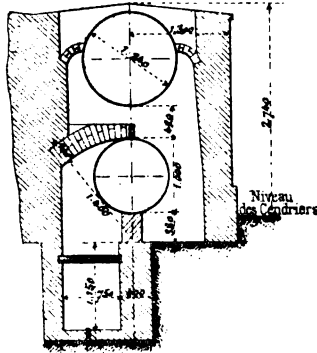


Fig. 17
autoclave de forme vicieuse

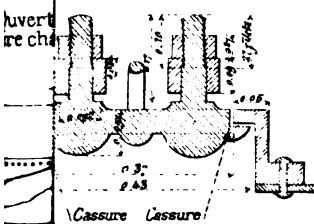


Fig. 18. Rupture d'un tampon
dont la coupe est donnée Fig. 17 (1 Avril)

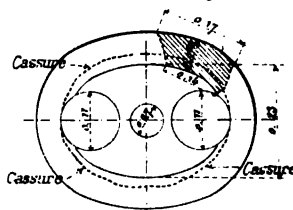


Fig. 35. Coupe transversale
de l'orifice de chargement du lessiveur Fig 34

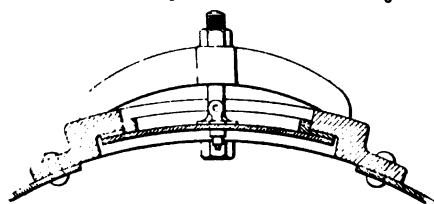
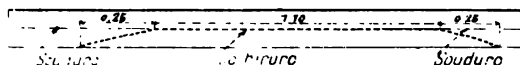


Fig. 38.
Décollement de soudure d'un tube vaporisateur mal fabriqué
(17 Août)



Fig. 21



leur transversal
rière verticale)
de (23 Mai)

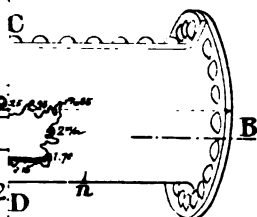


Fig. 2

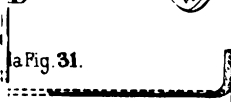


Fig. 32
Coupe suivant CD de la Fig. 31

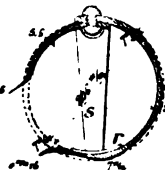
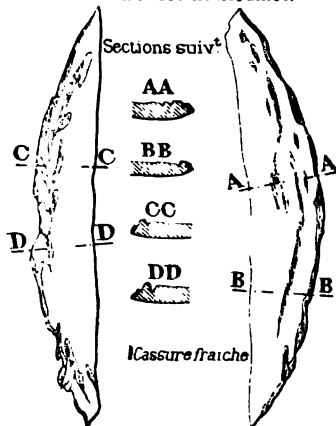


Fig. 36.
Détails divers relatifs à
la détérioration périphérique
d'un fond embouti (19 Juillet)



Fi
ans le point de
de ma Fig 36.

Dun

ure à su
10.3 e

igne de rupture

Posi

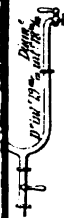
cl

es si

9e

Fig. 38
dicat

Dan.



2. Plan
quelque
côté de
du b
Eau



èches

nes.

Fig. 39 Dispositif d'indicateur d'arrêt

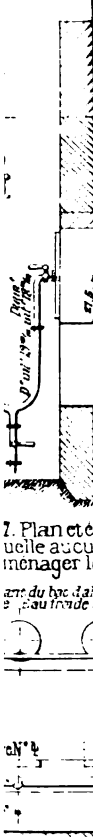
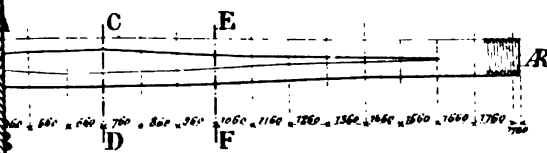


Fig. 42.

un tube vaporisateur dont la constitution présentait peut être une anomalie cause de la surchauffe, voir Fig 40 et 41 (10 Novembre)



du tube Fig 42.

Fig 44. Coupe suiv^t CD

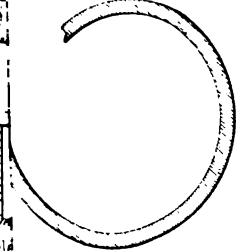


Fig 45. Coupe suiv^t EF



Fig 48. Demi coupe partielle montrant en A l'emplacement de la rivure suivant laquelle s'est faite l'avarie des Fig 49 à 54

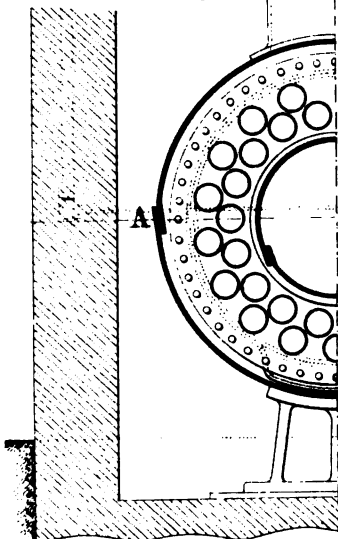
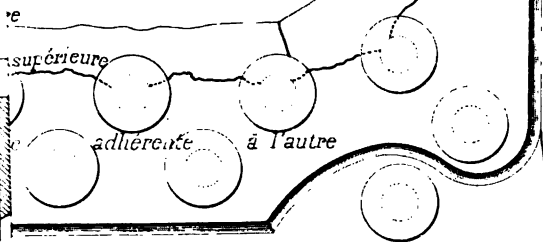


Fig. 48 à 54. Rupture le long d'une rivure longitudinale (29 Novembre)

Fig.

Coupe

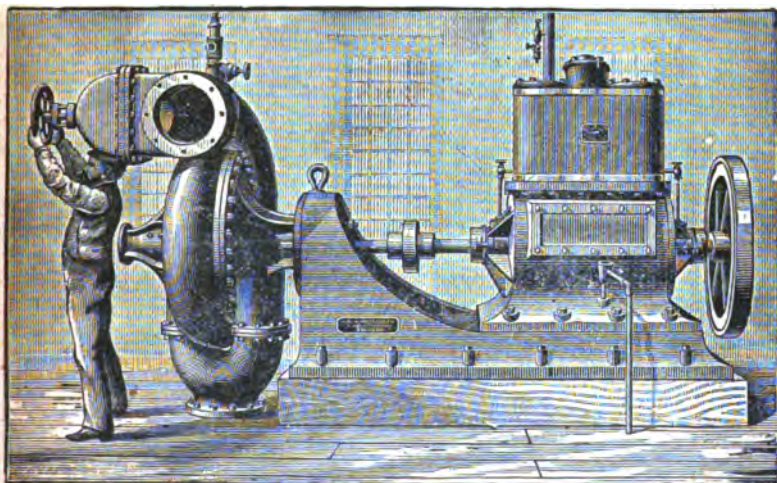
Intérieur de la chaudière



Machine à vapeur

“ WESTINGHOUSE ”

**SPÉCIALE POUR ÉCLAIRAGE ÉLECTRIQUE
POMPES ET VENTILATEURS**



Moteur accouplé directement à une pompe

PIERSON

54, faubourg Montmartre, 54

PARIS

MAGASIN D'EXPOSITION
47, rue Lafayette, 47

COMPTOIR GÉOLOGIQUE ET MINÉRALOGIQUE
ALEXANDRE STUER

Fournisseur de l'État. — 40, rue des Mathurins. — PARIS

*Matières premières minérales, Minerais et Minéraux de tous pays pour les Arts,
 les Sciences et l'Industrie.*

COLLECTIONS SOIGNÉES DE MINÉRAUX ET FOSSILES POUR L'ENSEIGNEMENT ET FOURNITURE
 POUR UNIVERSITÉS ET MUSÉES.

Instruments spéciaux pour la récolte, la préparation,
 le rangement et la conservation en collection des minéraux et des fossiles.

SOCIÉTÉ ANONYME AU CAPITAL DE 1.600.000 francs

SIÈGE SOCIAL ET BUREAUX
 39 bis, Rue de Châteaudun, 39 bis

PARIS

USINE A BOVES (Somme)

Adresse Télégraphique :

ACCUMULAT-PARIS

TÉLÉPHONE :

148-62

CIE DES ACCUMULATEURS ELECTRIQUES BLOTT

Fournisseur
 des Administrations
 de l'État; des Grandes
 Compagnies; des Stations Centrales
 d'Électricité et des Industries.

MODÈLES SPÉCIAUX A CHARGE RAPIDE
 ET A GRANDE CAPACITÉ POUR LA TRACTION

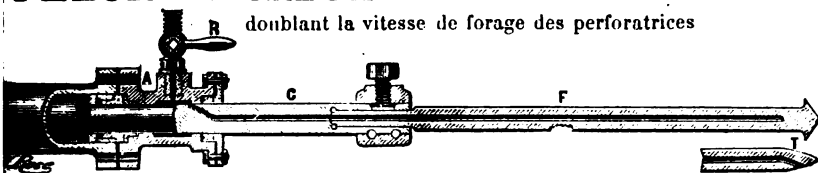
Cet Accumulateur se distingue de tous les autres par sa solidité, sa durée,
 son élasticité de régime de charge et de décharge et sa grande capacité.

A LOUER

C. BORNET, Ingénieur, 10, rue Saint-Ferdinand, PARIS
PERFORATRICES ROTATIVES et à PERCUSSION
 mues à bras ou par l'eau, la vapeur et l'Electricité

FLEURETS CREUX A INJECTION D'EAU

doublant la vitesse de forage des perforatrices



APPLICATION AUX MINES, CARRIÈRES ET TRAVAUX PUBLICS
Prospectus et renseignements franco sur demande

USINE DU COQ FRANÇAIS

Manufacture générale de caoutchouc souple et durci à ROUBAIX (Nord)

ÉMILE DEGRAVE

INGÉNIEUR BREVETÉ S. G. D. G.)

TÉLÉGRAPHE :

Émile DEGRAVE, Roubaix.

Spécialité de Caoutchouc pour l'Industrie

NOUVEAUX SEGMENTS FLEXIBLES ANTIFRICTION (Brevetés)

Pour garnitures de Pistons, de Pompes et de Condenseurs combinés d'acier et de caoutchouc
 (Composition antifricition). — **Demandez Tarifs**

TÉLÉPHONE

COMPAGNIE FRANÇAISE

POUR L'EXPLOITATION DES PROCÉDÉS

THOMSON - HOUSTON

CAPITAL: 25.000.000 DE FRANCS

Transmission de l'Énergie à grande distance

PAR COURANTS TRIPHASÉS

TRANSFORMATEURS DE 1.000 A 65.000 WATTS

Convertisseurs de courant triphasé en courant continu

TRACTION ÉLECTRIQUE

EN EUROPE : Le Havre. — Lyon. — Rouen. — Bordeaux. — Roubaix
 Tourcoing — Le Raincy. — Milan. — Varese. — Rome. — Porto
 Bruxelles. — Belgrade. — Dublin. — Bristol. — Leeds. — Gotha. — Brême. — Hambourg. — Erfurt
 Remscheid. — Barmen. — Elbing. — Munich. — Elberfeld. — Wiesbaden

EN SERVICE

DANS LE MONDE ENTIER

3.000 kilomètres de ligne

23.000 voitures



ÉCLAIRAGE A ARC

ET A INCANDESCENCE

INDUSTRIE MINIÈRE

PERFORATRICES à ROTATION et à PERCUSSION

HAVEUSES

Locomotives bases pour mines

PARIS, 27, Rue de Londres, PARIS

A LOUER

DIPLOME D'HONNEUR
ANVERS 1894

GRANDS PRIX
LYON 1894. — ATLANTA 1895

DIPLOME D'HONNEUR
AMSTERDAM 1895

DIPLOME D'HONNEUR, MÉDAILLE D'OR: BRUXELLES 1897

A. BERTHÉLEMY

Constructeur, Breveté S. G. D. G. en France et à l'Étranger

16, RUE DAUPHINE, 16 — PARIS

PONTHUS & THERRODE (A.M.)

SUCCESEURS



**CATALOGUE
GÉNÉRAL**



ENVOI FRANCO



**INSTRUMENTS DE MATHÉMATIQUES, OPTIQUE, GÉODÉSIE
NIVELLEMENT, TOPOGRAPHIE**

FOURNISSEURS DES MINISTÈRES FRANÇAIS ET ÉTRANGERS, DE L'ÉCOLE DES PONTS ET CHAUSSEES
DU SERVICE DU NIVELLEMENT GÉNÉRAL DE LA FRANCE
DU SERVICE GÉOGRAPHIQUE DE L'ARMÉE, DE LA VILLE DE PARIS, ETC. ETC.

INVENTIONS — INSTRUMENTS POUR LES SCIENCES

**APPAREILS ET CALIBRES DE PRÉCISION
POUR ESSAIS DES CHAUX ET CEMENTS**

MACHINES A VAPEUR WESTINGHOUSE

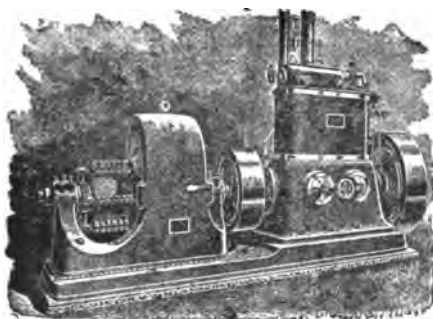
Simple et Compound de 1/2 à 1800 chevaux

Types spéciaux pour Manufactures et Éclairage électrique

CONSUMMATION ET DURÉE GARANTIE PAR LA PLAQUE D'ORIGINE DES ATELIERS WESTINGHOUSE

Seuls constructeurs pour le monde entier

**Médaille d'or
Diplôme d'honneur**



**Plus de 50.000 chevaux
en fonctionnement**

Agents exclusifs pour la France, la Belgique, la Russie et l'Italie

R. ROGERS & H. BOULTE, E.C.P.

INGÉNIEURS

PARIS — 1, Rue Saint-Georges, 1 — PARIS

J. & A. NICLAUSSE

Société des Générateurs inexplosibles (Brevets Niclausse)
PARIS, 24, rue des Ardenes, PARIS

APPLICATIONS DANS TOUTES LES INDUSTRIES:

Force motrice, Éclairage électrique, Chauffage, Utilisation des gaz perdus, etc.

Type semi-multitubulaire à grande réserve de chaleur pour différentes industries

Type spécial pour les installations dans les maisons habitées.

Ville de Paris, 5.000 chevaux. — C^{ie} Fresno, 3.000 chevaux. — Société Industrielle de Produits chimiques, 3.000 chevaux. — Société Normande d'électricité, 2.500 chevaux. — Menier (Usine Noisiel), 1.000 chevaux.

Stations centrales (Plus de 20.000 chevaux).

PRINCIPAUX AVANTAGES OFFERTS PAR CES GÉNÉRATEURS:

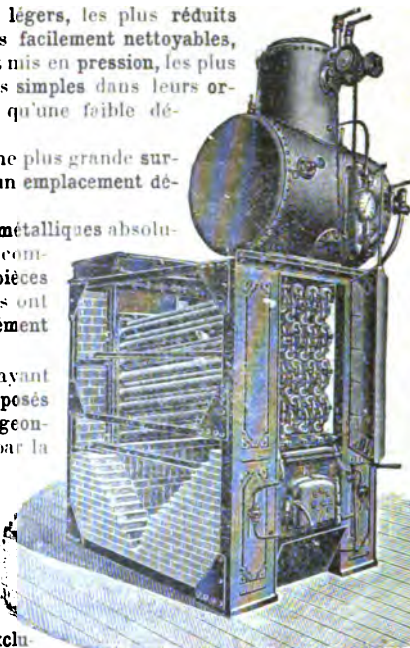
Ils sont les plus légers, les plus réduits en volume, les plus facilement nettoyables, les plus rapidement mis en pression, les plus robustes, et les plus simples dans leurs organes, n'exigeant qu'une faible dépense d'entretien.

Ils fournissent une plus grande surface de grille dans un emplacement déterminé.

Ils ont des joints métalliques absolument assurés, ils ne comportent que des pièces interchangeables, ils ont des tubes droits aisément nettoyables.

Ils sont les seuls ayant les tubes seulement posés sans vissage ni dudgeonnage et équilibrés par la pression.

En cas de changement d'un tube, ils sont les seuls ne demandant que la sortie de ce seul tube; cette manœuvre s'exécute exclusivement par la chambre de chauffe et en moins d'une minute par les chauffeurs.



Ils ont dépassé les plus hautes vaporisations, les plus fortes combinaisons sans autres accessoires que ceux des chaudières ordinaires et sans amener aucune déformation du faisceau tubulaire composé de tubes droit qui sont à dilatation complètement libre.

Ils donnent le maximum d'économie de combustible sans adjonction d'aucun pareil quelconque.

Ils sont d'un montage facile, par suite de leur fractionnement en pièces de faibles dimensions de poids réduit.

Enfin, ils présentent toute la résistance voulue aux exigences des navires de guerre.

Rapidité de mise en pression. Changement brusque d'allure et passage

très prompt d'une combustion ordinaire à combustions forcées sans aucun incident.

TYPE MARIN (Plus de 150.000 chevaux)

Marine militaire française. — Croiseur cuirassé *Gueydon*, 20.500 chevaux. — Croiseur cuirassé *Kléber*, 18.000 chevaux. — Croiseur *Frigate*, 9.000 chevaux. — Cuirassé *Henri IV*, 11.500 chevaux. — Cuirassé *Héquin*, 7.000 chevaux. — Croiseur-torpilleur *Fleurus*, 1.000 chevaux. — Torpilleur *Tonnin*, 1.000 chevaux. — Canonnière *Décidee*, 1.000 chevaux. — Ecole des Pilotes *Elan*, 500 chevaux. — Remorqueurs: *Titan*, 500 chevaux. — *Polyphème*, 500 chevaux. — *Hercule*, 500 chevaux. — *Mecher*, 500 chevaux. — Chaland électrique: *Charlemagne*, 100 chevaux. — *Charles-Martel*, 100 chevaux.

Marines militaires étrangères. — Croiseur *Cristobal Colon*, 14.000 chevaux. — Croiseur *Esmeralda*, 10.000 chevaux. — Cuirassé *Pelayo*, 9.000 chevaux. — Croiseur *X...*, 7.000 chevaux. — Canonnière *Herabry*, 3.000 chevaux. — Canonnière *Seagull*, 3.000 chevaux. — Navire de guerre *Presidente Sarmiento* (navire école). — *Esmeralda* (chaudière auxiliaire). — Vedette *Nacarara*. — *Presidente Sarmiento*, navire école. — *Esmeralda*, (chaudière auxiliaire). — Vedette *Nacarara*.

Marine de commerce. — Remorqueur du Rhône: *Pilate*, 1.000 chevaux. — *Ventour*, 1.000 chevaux. — *Canigou*, 1.000 chevaux. — *X...*, 1.000 chevaux. — *Z...*, 1.000 chevaux. — C^{ie} des Bateaux parisiens, 25 bateaux (50 chevaux chacun) de la nouvelle flotte pour l'Exposition Universelle de 1900. — *X...*, Paquebot de la C^{ie} fluviale de Cochinchine. — René Andre. Remorqueur *Saint-Nazaire*, etc.

Navigations de plaisance. — Yacht *Abnée* (M. G. Ménière). — Yacht *Julie* (M. H. Menier). — Yacht *Saint-Hubert* (M. Courtois de Langlade). — Yacht *Nemo* (M. Baudouin). — Yacht *Pres Carnot* (M. Sâtre, fils aîné). — Yacht *Walkyrie* (M. G. Eiffel), etc., etc.

